Anat.
298
u

Anat. 298 u

<3660477327001 9
<3660477327001 9
Bayer. Staatsbibliothek

F. W. Ritte

Anat. 298 u

Alexander Monro's
und
Richard Fowler's
Abhandlung
über
thierische Elektricität
und
ihren Einfluß
auf
das Nervensystem.

R

Leipzig,
in der Weygandschen Buchhandlung,
1796.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Inhalt.

I. D. Alexander Monro's Versuche über das Nervensystem mit Opium und metallischen Substanzen.

Einleitung S. 3

Beobachtungen über die Systeme des Blutlaufs und der Nerven in Fröschen 4

Versuche mit Opium 7

Folgesätze aus obigen Thatsachen u. Versuchen 9

Kurze Angabe der an Thieren gemachten Versuche mit metallischen Substanzen 14

Kurze Angabe der durch die vorigen Versuche bewiesenen Thatsachen 32

Aehnlichkeit der durch die vorigen Versuche in Bewegung gesetzten Flüssigkeit, mit der elektrischen 34

Die Nervenflüssigkeit oder Kraft ist nicht einerley mit der elektrischen, auch nicht mit der durch die vorigen Versuche in Bewegung gesetzten Flüssigkeit 37

Allgemeine Schlußfolge 39

II.

II. Richard Fowler's Versuche und Beobachtungen über die Flüssigkeit, welche vor kurzem von Herrn Galvani entdeckt, und gewöhnlich thierische Elektricität genannt wird.

Erster Abschnitt. Können die Erscheinungen, welche bey Anlegung gewisser Metalle an Thieren, sich zeigen, auf Elektricität bezogen werden? S. 45

Zweyter Abschnitt. Hat Magnetismus einigen Antheil an den von Galvani entdeckten Erscheinungen? 96

Dritter Abschnitt. In welchem Verhältniß steht die von Galvani entdeckte Flüssigkeit mit den Muskeln, und mit den Systemen der Nerven und Gefäße der Thiere? 97

Vierter Abschnitt. Ein Versuch zur Aufsuchung des Ursprungs der den Muskeln und Nerven zugehörigen Kräfte. 129

Anhang. 165

I.

D. Alexander Monro's

Versuche

über

das Nervensystem,

mit Opium und metallischen Substanzen;

hauptsächlich

in Hinsicht auf Bestimmung der Natur und Wirkungen der thierischen Electricität.

I.

D. Alexander Monro's

Versuche

über

das Nervensystem,

mit Opium und metallischen Substanzen;

hauptsächlich

in Hinsicht auf Bestimmung der Natur und

Wirkungen der thierischen Electricität.

Einleitung.

Als ich im letzten November Versuche über thierische Electricität zu machen anfing, wovon ich der königlichen Gesellschaft am dritten December einige Nachricht vorlas; war ich nicht bloß sehr im Gedränge von Geschäften, sondern auch ausser Stand, eine zu meiner Absicht hinlängliche Anzahl von Fröschen mir zu verschaffen. Während des letzten Winters und Frühlings betrieb ich die Sache vollständiger und mit grösserer Aufmerksamkeit; und am dritten Junius las ich der königlichen Gesellschaft ein zweytes Blatt vor, welches ich seitdem mit Zusätzen vermehrt habe. Ich will jetzt die Hauptumstände, welche ich beobachtet hatte, nebst einigen Bemerkungen kurz angeben.

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

Beobachtungen über die Systeme des Blutumlaufs und der Nerven in Fröschen.

Da meine Versuche mit Opium, eben so wohl als die über thierische Electricität, hauptsächlich an Fröschen angestellt wurden; so werde ich einige Beobachtungen über die Systeme ihres Blutumlaufs und ihrer Nerven voran schicken.

Ihr Herz besteht nur aus Einem Ohr, und aus Einer Kammer; indem ihre Aorta ihre Luftbläschen oder Lungen, so gut wie alle ihre andern Organe ersetzt; und folglich führen ihre Hohladern das Blut von allen Theilen nach dem Herzen zurück. Ihre Herzkammer verengt sich ohngefähr sechzigmal in einer Minute; und die Purpurfarbe des Bluts, welches in derselben gesehen wird, verschwindet nach jeder Verengung, oder das Blut wird durch jede Verengung völlig ausgetrieben. Noch länger als eine Stunde nach Herausschneidung des Herzens, kann der Frosch kriechen, oder hüpfen; und noch eine halbe Stunde länger, zieht er seine Schenkel, wenn die Zehen beschädiget werden, wiewol nicht mit hinlänglicher Kraft zurück, um den Körper von der Stelle, wo er liegt, fort zu bewegen.

Der Inhalt ihres Kopfs besteht aus dem großen und kleinen Gehirn, deren jedes an seinem

obern Theile sich in zwey Halbkugeln spaltet; unten vereinigen sie sich durch starke Aeste, welche das lange Gehirn und das Rückenmark bilden; beydes ist verhältnißmäßig stärker als im Menschen, und besteht sichtbarer aus zwey Sehnen. Es finden sich neun ächte Wirbel; und bey dem sechsten endigt sich das Rückenmark in dem Schwanzbein. Die Hüftnerven bilden sich durch drey Paar Nerven, welche aus dem siebenten, achten und neunten Wirbel hervortreten, und durch ein Paar aus dem heiligen Bein. Ein Nerve, welcher unserm großen simpathetischen Nerven gleich kommt, geht aus dem Bauch in das Becken herunter.

Zwey Tage nach Abschneidung des Kopfs eines Frosches von seiner Verbindung mit dem ersten Wirbel, fand ich ihn mit seinen heraufgezogenen Schenkeln, in ihrer gewöhnlichen Stellung, sitzen, und als seine Zehen berührt wurden, hüpfte er mit ganz beträchtlicher Kraft auf. Auch sein Herz schlug noch ohngefähr vierzigmal in einer Minute, und so stark, daß es sich ausleerte, und das Blut in Umlauf brachte.

Bey verschiedenen Fröschen nahm ich, nach Herausschneidung des hintern Theils der sechs untersten ächten Wirbel, das ganze Stück Rückenmark, nebst dem Schwanzbein weg, welches sie bedecken. Die unteren Enden wurden gegen ge-

wöhnliche Beschädigungen fühllos, und lagen ohne Bewegung; aber die Frösche lebten mehrere Monate fort, und die verwundeten Stellen ihrer Rücken vernarbten; die Beine in ihren Schenkeln, welche ich gebrochen hatte, vereinigten sich wieder, und das Blut hatte freyen Umlauf in ihren Gefäßen.

Es ist allgemein bekannt, daß, wenn man, nach Abschneidung des Gliedes eines warmblütigen Thieres, einen wiederholten Reiz in den Nerven verursacht, welche sich in den Muskeln endigen, wiederholte Zuckungen der Muskeln eine Zeitlang entstehen; und daß bey Fröschen, und andern kaltblütigen Thieren, die Nerven diese Kraft noch länger behalten.

Aber gewöhnlich glaubte man, daß, nach einer bestimmten Anzahl von Nervenreizungen, die Wirkung aufhöre, weil man sich die Vorstellung machte, daß in den Nerven eine gewisse Flüssigkeit, oder eine andere Kraft enthalten sey, welche durch wiederholte Ausleerungen erschöpft werde. Anstatt dessen habe ich gefunden, daß die Zeit, während welcher die Nerven ihre Kraft behalten, von gleicher Dauer ist, wir mögen sie reizen, oder nicht; oder daß ihre Kraft nicht durch Reizung erschöpft wird; ausgenommen wenn die Reizung so stark ist, daß sie sichtbar ihr Gewebe verändert.

Versuche mit Opium.

Ich schnitt ein Loch in den vordern und obern Theil des Schädels und der harten Hirnhaut eines Frosches; und ein anderes in den hintern Theil der untersten Wirbel, und leerte dann, aus der einen Oefnung in die andere, eine kleine Spritze voll Wasser aus, worinn in fünf Unzen eine Unze Opium drey Tage lang aufgegossen war. Der Aufguß, welcher auf diese Art in Berührung mit der ganzen Oberfläche des Gehirns und Rückenmarks gebracht wurde, verursachte fast augenblicklich allgemeine Zuckungen; und in weniger als zwey Minuten später, war das Thier unfähig, seinen Körper von der Stelle zu bewegen, wo es lag. Eine Viertelstunde später fand ich das Herz nur fünf und zwanzigmal in einer Minute schlagen, und so schwach, daß es nicht völlig das Blut heraustreiben konnte. Als nach einer halben Stunde die Hüftnerven gekneipt wurden, entstand blos ein schwaches Zittern in den Schenkelmuskeln; und thierische Electricität verursachte blos schwache Erschütterungen in den Muskeln.

Der Aufguß von Opium, welcher auf die nämliche Art in Kaninchen und in ein Ferkel hineingespritzt wurde, brachte ähnliche Wirkungen hervor.

Ich hatte vor langer Zeit beobachtet, daß das Einspritzen eines Aufgusses von Opium in die Bauchhöle eines Frosches, nach Herausschneidung seines Herzens in wenigen Minuten Zuckungen seiner Hinterfüße verursachte. Seitdem habe ich gefunden, daß, nach Abschneidung des Kopfes, und Herausschneidung des Herzens eines Frosches, seine hintern Schenkel durch Einspritzen eines Aufgusses von Opium in seine Bauchhöle beträchtlich geschwächt werden.

Ohnerachtet das Einspritzen eines Aufgusses von Opium in das Ohr und in die Kammer des Herzens eines Frosches, augenblicklich dieses Werkzeug unfähig zum Zusammenziehen macht, und selbst nach vorhergegangener Zerscheidung der Aorta, Zuckungen den Schenkel verursacht; so habe ich doch nicht gefunden, daß, wenn Opium an das Gehirn gebracht wurde, das Rückenmark, das Herz, oder die Baucheingeweide, die Schenkelmuskeln so ganz ertödtet worden wären, daß sie nicht einige Bewegung gezeigt hätten, wenn ihre Nerven gekneipt, oder durch thierische Electricität auf sie gewirkt wurde.

Nach herausgenommener unterer Hälfte des Rückenmarks, und nach Zerschneidung aller Theile am Becken, mit Ausnahme der Schlag- und Blutadern und Wassergefäße, welche sie wahrscheinlich begleiten, fand ich, daß ein an die Haut und

Muskeln der Schenkel gebrachter Aufguß von Opium, die obern Theile des Körpers in Bewegung setzte; wahrscheinlicher, nach meiner Meinung, durch Einsaugung, als etwa durch zurückgebliebene kleine Nervenäste; zumal da ich nicht finde, daß, wenn die so zubereiteten Gefäße über eine goldne Sonde gelegt werden, und mit ihr Zink unter dem Rückgrad berührt wird, Zuckungen der Schenkel erregt werden können. Zu gleicher Zeit war die eingesaugte Menge Opium so gering, daß ich weder Geruch noch Geschmack davon im Blut entdecken konnte; so wenig wie bey andern Versuchen, bey welchen die Frösche in gewaltsame Zuckungen geriethen, wenn der Aufguß an die Oberfläche ihrer Haut gebracht wurde.

Das Anbringen thierischer Electricität, oder verschiedener Metalle, an den Kopf eines Frosches, oder an irgend eine Stelle seines Rückgrads über dem sechsten Wirbel, verursacht keine Zuckungen seiner Hinterschenkel.

Folgesätze aus obigen Thatsachen und Versuchen.

Aus obigen Thatsachen und Versuchen ergiebt sich:

1) Daß der Frosch, nach Ablösung seines Kopfes, Schmerz fühlt, und wegen dieses Gefühls seinen Körper und seine Glieder bewegt.

2) Da die Nerven der Hinterschenkel keine Wirkung von thierischer Electricität äußern, ausgenommen wenn sie unterhalb des fünften Wirbels angebracht wird; so scheinen diese Nerven nicht blos oder hauptsächlich aus dem großen oder kleinen Gehirn zu entstehen.

3) Da Opium, nach gehemmten Blutumlauf, eine Wirkung auf Organe äußert, die von jenen, an welche es gebracht wird, entfernt sind; so ist außer allem Zweifel, daß die letztern bloß vermöge der Sympathie der Nerven leiden.

4) Es beweißt, daß in diesem Thiere eine Sympathie der Nerven, nach Abschneidung des Kopfes Statt findet; oder, daß Sympathie der Nerven in diesem Thiere nicht bloß von dem Zusammenhang der Nerven im Kopf abhängt.

5) Da dieses Thier, nach abgeschnittenem Kopf, Schmerz fühlt, und vermöge dieses Gefühls willkührliche Bewegungen vornimmt; so ergibt sich, daß bey ihm das Gehirn nicht der einzige Sitz des Sensorium commune ist.

6) Verschiedene Wochen später, als ich die unterste Hälfte des Rückenmarks, und mit ihr das Schwanzbein weggenommen hatte, brachte ich

täglich, vier Tage hinter einander, thierische Electricität an die Hüftnerven, indem ich eine goldne Sonde zwischen sie und das heilige Bein hindurch steckte, und mehrere hundert Zuckungen in den Hüften und Schenkeln hervorbrachte; und gleichwol fand ich, daß wenn die Hüftnerven bloß hingelegt und gekneipt wurden, die Muskeln schwach zuckten.

Hierdurch, vermuthe ich, erhält eine vor mehrern Jahren von mir vorgetragene Meinung, neue Bestätigung; daß nämlich die Nerven ihre Wirksamkeit nicht allein vom Kopf und Rückenmark erhalten, sondern daß das Gewebe eines jeden Nervenästes von der Beschaffenheit ist, daß es ihn damit versorget, oder, daß der Bau eines jeden Nerven dem Bau des Gehirns ähnlich ist.

7) Aus den obigen Versuchen zeigt sich die höchste Wahrscheinlichkeit, daß Opium in solcher Menge eingesaugt werden könne, welche nachtheilige Zufälle hervorbringt.

8) Die folgenden Umstände vereinigen sich zum Beweise der Unzulässigkeit einer kürzlich von Herrn Fontana vorgetragenen Meinung, daß Gifte durch Veränderungen wirken, welche sie in der Blutmasse, oder in irgend einem unbekannten,

mit dem Blut vereinigten, Grundstoff hervorbringen.

a) Wäre seine Meinung richtig, so müßte Gift, welches in eine Blutader der entferntesten Theile gelassen wurde, so daß es mit diesem unbekannten Grundstoff in Berührung kam, eben so schnell und auf die nämliche Art wirken, als wenn das Gift mit dem Blut zunächst am Herzen gemischt wird; welches nach seiner Behauptung der Fall nicht ist.
(S. Fontana von den Giften; 1783. S. 267.)

b) Das Abschneiden des Rückenmarks in Fröschen, ehe das Otterngift an ihre Schenkel gebracht wird, verhindert dessen tödtliche Wirkung auf dieselben; (s. Fontana S. 293.) welches nicht geschehen dürfte, wenn das Gift bloß auf das Blut wirkte.

c) Er gesteht, daß ein Thier, nach einem Otterbiß in dem Schenkel, augenblicklich einen stechenden Schmerz empfindet; (s. S. 244.) und es fühlt, auf gleiche Art, augenblicklich grosse Unbehaglichkeit, wenn das Gift mit seinem Blute vermischt wird; (s. S. 239.). Wir wissen zuverlässig, daß wir, vermittelst der Nerven, augenblicklich die Beschädigung fühlen, welche den entferntesten Theilen unsrer Körper widerfährt.

Sollten wir daher, in dem letzterwähnten Versuch, nicht den Schluß machen, daß jene Unbehaglichkeit dadurch verursacht wurde, weil das Gift auf die Nerven der Gefäße wirkte?

d) Eben so bekamen Thiere Zuckungen, sobald als sie verwundet waren, oder das Gift in ein Blutgefäß aufgenommen hatten; und viel früher als das Blut die bewegenden Muskeln erreichen konnte (s. S. 122. und 259.).

e) Sobald als das distillirte Wasser vom Laurus Cerasus in den Magen einer Taube gebracht wurde, bekam sie Zuckungen, und starb augenblicklich (s. S. 142.); das heißt, früher, als das Gift in die Blutmasse kommen konnte.

f) Vor mehreren Jahren fand ich, nach Zerschneidung der Hohladern und der großen Schlagader eines Frosches, daß der Einguß einer wässerigen Auflösung von Opium in das Herz, nach wenigen Minuten Zuckungen in seinen Schenkeln verursachte; und daß, nach Herausschneidung des Herzens, das in die Bauchhöhle gegossene Opium eine gleiche Wirkung auf die Schenkel äußerte, ohnerachtet bey diesen Versuchen, der Blutumlauf nicht bloß

gestört, sondern der grössere Theil des Bluts ausgeleert war.

Ich machte daher damals, und mache jetzt den Schluß, daß Opium und andere Gifte, selbst nach ihrer Mischung mit der Blutmasse, ihre nachtheiligen Wirkungen hauptsächlich und fast allein dadurch hervorbringen, daß sie auf die Nerven des Herzens und Systeme der Gefäße, und durch diese auf das ganze Nervensystem wirken.

Kurze Angabe der an Thieren gemachten Versuche mit metallischen Substanzen.

Ich schreite jetzt zur Angabe der verschiedenen Umstände, welche ich bey meinen Versuchen beobachtet habe, und welche uns ohne Umwege zur Beurtheilung der Natur und Ursach der thierischen Electricität leiten werden.

1) Wenn zwey Platten von verschiedenen metallischen Substanzen, vorzüglich von Zink und Gold, zwischen welche ein lebendiger Frosch gelegt wird, in Berührung mit einander gebracht werden; so zucken diejenigen Muskeln, welche weiter vom Gehirn und Rückenmark entfernt sind, als die Metalle; und diese Wirkung erfolgt, wenn

gleich das Thier und die Metalle auf eine umgekehrte Spiegelscheibe gelegt werden, und eine Stange Siegellak zwischen der Hand des Operators und der Metalle gehalten wird, das heißt, ohnerachtet das Thier, nebst den Metallen, isolirt war.

Ich habe ferner beobachtet, daß die Metalle, in der oben beschriebenen Lage, Zuckungen in den Schenkeln hervorbringen, nachdem alle Theile des Frosches am Becken quer durchgeschnitten waren, nur mit der Vorsorge, daß sie hernach in Berührung mit einander gelegt wurden.

2) Wenn alle Theile eines lebendigen Frosches, ausgenommen die großen Hüftnerven, am Becken quer durchgeschnitten sind, der vordere Theil des Thiers auf eine Platte von Zink über Glas, und die Hinterschenkel auf Glas gelegt werden, und eine goldne Sonde so angebracht wird, daß sie den Zink und einen Schenkel, oder ein unter den Schenkel gelegtes Stück Metal berührt; so zucken die Muskeln in beyden Schenkeln.

Der Erfolg ist der nämliche, wenn der Körper des Frosches gegen die Mitte des Rückgrads quer hindurch geschnitten worden; oder wenn man die Schenkel auf den Zink, und das Rückgrad auf Glas legt.

Wenn ein Stück durchlöcherten trocknen Papiers zwischen der goldne Sonde und den Muskeln gelegt wird, so werden keine Zuckungen erfolgen; aber feuchtes Papier dazwischen, verhindert die Zuckungen nicht.

Wenn die goldne Sonde von den Muskeln entfernt wird, so erfolgen keine Zuckungen.

3) Wenn, nach obiger Lage des Thiers und der Metalle, die Verbindung der beyden Schenkel an den Schaambeinen zerschnitten ist; so wird bloß derjenige Schenkel zucken, mit welchem das Gold in Berührung steht.

4) Wenn der Rückgrad eines Frosches mit dem Zink auf ein Glas, und die Schenkel auf ein anders Glas gebracht werden, und nun das Gold in der einen Hand, welche die rechte seyn mag, bloß an das Zink, und nicht an die Schenkel gebracht wird; so bekommen diese keine Zuckungen. Aber wenn der Operator seine linke Hand an die Schenkel bringt, oder wenn ein Nebenstehender, welcher mit dem Operator bloß vermittelst des Fußboden Gemeinschaft hat, sie beruhrt, so zucken sie.

Wenn eine Stange Siegellack zwischen seiner rechten Hand und dem Gold, oder zwischen seiner linken Hand und den Schenkeln, angebracht wird; oder wenn der Nebenstehende, wel-

welcher die Schenkel berührt, dadurch, daß er auf einem Stuhl über Glasfüßen steht, isolirt ist; so werden die Schenkel nicht zucken. Wenn der isolirte Nebenstehende die Schenkel mit der einen Hand, und den Operator mit der andern Hand berührt, so zucken die Schenkel augenblicklich.

5) Wenn, nach Durchschneidung des Rückgrads unter dem fünften Wirbel, und aller Theile des Beckens, mit Ausnahme der Hüftnerven, das Rückgrad auf Zink über Glas, und die Schenkel auf Glas gelegt werden, und nun Gold an das Zink, und dann an einen der Hüftnerven gebracht wird; so zucken beyde Nerven, wenn sie nicht am Schaambein von einander getrennt waren. Und dies geschieht, auch wenn eine Stange Siegellak zwischen die Hand des Operators und die goldne Sonde angebracht wird, und wenn gleich keine metallische Substanz die Schenkel berührt.

(Sehr kleine Stücke von verschiedenen Metallen, haben, wenn sie nach obiger Beschreibung angebracht werden, erstaunliche Wirkungen; ohnerachtet ich gefunden habe, daß große Stücke von diesen Metallen Zuckungen hervorbrachten, die bey kleinern ausblieben, oder daß sie stärkere Zuckungen hervorbrachten: so stehen doch die Wirkungen in keinem Verhältniß mit dem Gewicht der dabey gebrauchten Metalle, auch nicht mit der Ausdehnung

ihrer Oberflächen, welche plötzlich in Berührung gebracht werden. Bey den meisten meiner Versuche brauchte ich eine Platte von Zink, ohngefähr fünf Zoll lang, drey Zoll breit, und etwa ein Drittheil Zoll dick; und eine goldne Sonde, nicht viel dicker und länger, als die Sonden, welche gewöhnlich die Wundärzte brauchen.)

Dieser Versuch gelingt, wenn die Hüftnerven in der Länge eines Zolls entblößt, und trocken abgewischt worden; und er gelingt länger als eine Stunde, und bis die Nerven sich sichtbar verfärben, und in ihrem Umfang sich verengen. Und hernach werden ihre Kräfte, auch wenn wir die Nerven anfeuchten, nicht wieder hergestellt; zum Beweis, daß die Wirkung nicht durch Feuchtigkeit auf der Oberfläche der Nerven, sondern durch den besondern Stoff, aus welchem die Nerven bestehen, hervorgebracht wurde.

Der Erfolg ist der nämliche, wenn die oberen Enden der Hüftnerven von dem Rückgrad losgeschnitten, und auf das Zink gelegt werden.

6.) Wenn, nach Zubereitung des Frosches, und Anbringung der Metalle, wie in dem letzten Versuch, ein Stück dünnes und trocknes Papier, durch welches viele kleine Löcher gestochen worden, zwischen die goldne Sonde und die Hüftnerven gelegt wird, so werden die Schenkel nicht zucken.

Wenn aber das Papier angefeuchtet wird, ohne durchlöchert zu seyn, so werden die Schenkel zucken.

7) Wenn, nach gehöriger Zubereitung eines Frosches, wie in dem letzten Versuch, und nachdem das Rückgrad auf ein Glas, und die Schenkel auf ein anders gelegt worden, das Zink auf ein drittes Glas gelegt, und die goldne Sonde an dasselbe, und an die Hüftnerven gebracht wird, so werden die Schenkel nicht zucken.

8) Wenn das Rückgrad und die Hinterschenkel, in Verbindung mit den Hüftnerven, alle auf die nämliche Zinkplatte über Glas gelegt werden; so zucken die Schenkel nicht bey Berührung des Zinks mit der goldnen Sonde in der rechten Hand, wenn gleich die linke Hand an die Schenkel gebracht wird.

9) Wenn verschiedene Frösche, nach oben beschriebener Zubereitung, auf Glas gelegt werden, so daß sie in gerader Linie einander berühren, und der erste Frosch auf Zink, und der letzte auf Gold ruhet, und wenn das eine Ende von einem Kupferdrat an das Zink, und das andere Ende an das Gold gebracht wird; so werden die Muskeln aller der Frösche Zuckungen bekommen.

Der Erfolg ist der nämliche, wenn gleich eine Stange Siegellak zwischen die Hand des

Operators und zwischen den Drat gebracht wird, das heißt, wenn gleich der Frosch nebst den Metallen isolirt ist.

10) Wenn Frösche, wie bey dem letzten Versuche, zubereitet werden, und das Rückgrad des ersten derselben auf Zink gelegt, und der letzte von der linken Hand des Operators gehalten wird, und wenn dann dieser mit einer goldnen Sonde in seiner rechten Hand, das Zink berührt; so werden die Muskeln aller der Frösche zucken. Aber wenn die Hinterschenkel so wohl, als das Rückgrad des ersten Frosches auf das Zink gelegt werden; so wird man an den Muskeln dieses Frosches kein Zucken spüren.

11) Nach der oben beschriebenen Zubereitung eines Frosches, zerschnitt ich die Hüftnerven da, wo sie sich in die Schenkel senken, und legte ihre abgeschnittene Enden in Berührung mit den Muskeln, und berührte dann das Zink und die Nerven mit einer goldenen Sonde, ohne in den Hüften oder Schenkeln Zuckungen zu erregen.

12) Nach Zerschneidung der Hüftnerven band ich ihre getrennten Theile zusammen, und berührte dann Zink und Nerven, oberhalb der Bindung, mit dem Gold, ohne Zuckungen in den Schenkeln zu bemerken, wenn das Zink, auf welchem der Rückgrad ruhte, auf ein Glas, und die Schenkel auf ein anders gelegt wurden; aber

wenn die Metalle und Theile des Frosches auf einen feuchten Tisch gelegt wurden, so zuckten die Schenkelmuskeln.

13) Wenn die Hüftnerven zerschnitten, und durch Bindung vereinigt werden, und wenn dann die eine Hand die Füsse berührt, indem das Gold in der andern, an Zink und Nerven, oberhalb der Bindung, angebracht wird, so zucken die Schenkel.

14) Wenn die beyden Hinterschenkel eines Frosches von einander getrennt, und ihre Hüftnerven hernach zusammengebunden werden; wenn dann einer von den Schenkeln auf Zink über Glas, und der andere Schenkel auf Glas gelegt wird, und mit der einen Hand die Zehen des einen Schenkels berührt werden, indem mit der andern Hand eine goldne Sonde an Zink und Nerven des darauf ruhenden Schenkels gebracht wird; so zuckt blos dieser Schenkel. Wenn aber die das Zink berührende goldne Sonde an den Nerven des entferntesten Schenkels gebracht wird, so zucken beyde Schenkel.

15) Um Zuckungen zu erregen, fand ich nicht nöthig, daß eins von beyden Metallen mit dem lebendigen Nerven, oder lebendigem Fleische des Frosches, in Berührung kam; denn, wenn ich, nach Trennung der Hinterschenkel eines Frosches, und Zerschneidung des obern Theils ihrer Hüft-

nerven, ein Stück faules oder gekochtes Rindfleisch zwischen ihre Hüftnerven, und zwey andre Stücke von faulem oder gekochtem Rindfleisch zwischen ihre Zehen und eine Zinkplatte legte, und denn mit der Spitze einer goldnen Sonde, deren Seite an das zwischen den Hüftnerven befindliche Stück Rindfleisch angebracht wurde, das Zink berührte, so zuckten beyde Schenkel.

16) Wenn ich, auf gleiche Weise, abwechselnd, in einer geraden Linie eine Anzahl todter und lebendiger Frösche, die einander berührten, hinlegte, und in den lebendigen Fröschen alle ihre Theile mit Ausnahme der Hüftnerven, an ihrem Becken zerschnitt; und wenn ich dann mit meiner linken Hand einen todten Frosch an dem einen Ende der Linie, und mit einer goldnen Sonde in meiner rechten Hand eine Zinkplatte berührte, auf welcher ein todter Frosch an dem andern Ende der Linie oder Kette von Fröschen lag; so zuckten die Muskeln aller der lebendigen Frösche.

17) Wenn eine Kette von lebendigen und todten Fröschen, wie in den zwey letzten Versuchen, gebildet wurde, aber ohne an ihrem Becken alle Theile, außer den Nerven, zu zerschneiden, wenn dann das Gold an das Zink gebracht wurde; so entstanden keine Zuckungen der Muskeln.

18) Man hat gefunden, daß, wenn eine Zinkplatte an den obern Theil der Zungenspitze, und eine

Silberplatte an ihren untern Theil, und die beyden Metalle in Berührung mit einander gebracht werden, eine stechende unangenehme Empfindung, welche schwer zu beschreiben ist, in der Zungenspitze hervorgebracht wird.

Und wenn eine Zinkplatte zwischen die Oberlippe und das Zahnfleisch, und eine Goldplatte an den obern oder untern Theil der Zunge gebracht wird, und dann diese zwey Metalle in Berührung mit einander gebracht werden; so glaubt die Person einen Blitz zu sehen, welchen jedoch ein Nebenstehender in einem finstern Zimmer nicht bemerkt; und die Person, welche den Versuch anstellt, bemerkt den Blitz, auch wenn ihr die Augen verbunden sind.

Man hat behauptet, der Blitz erfolge früher, als die beyden Metalle einander berühren, und werde bey Trennung derselben wiederholt; aber diese Begebenheiten scheinen mir sehr zweifelhaft, da ich nicht finde, daß ein Blitz hervorgebracht wird, wenn ein Stück holländisch Postpapier, in welches eine Menge Löcher mit einer Nadel gestochen worden, zwischen das Zink und Silber gelegt wird, ohnerachtet das Papier nicht über den funfzehnhundertsten Theil eines Zolles dick ist.

Wenn ich diesen Versuch zu wiederholten Malen vornahm, fühlte ich beständig einen

Schmerz in meinen obern Kinnbacken an der Stelle, an welche das Zink war gebracht worden, welcher eine Stunde und drüber dauerte; und als ich bey einem Versuche eine stumpfe Sonde von Zink an das Nasenbein gehalten, und mit derselben zu wiederholten Malen ein an die Zunge angebrachtes silbernes Kronenstück berührt, und dadurch die Erscheinung eines Blitzes hervorgebracht hatte; so fielen verschiedene Bluttropfen aus dieser Nasenöffnung, und D. Fowler (s. sein Buch. S. 85.) bemerkte eine ähnliche Wirkung, nachdem er einen solchen Versuch an seinen Ohren gemacht hatte.

Ich habe ferner beobachtet, daß, wenn gleich das vorläufige Anbringen einer zweyten Silberplatte an die eine Hälfte der Zinkplatte, den Bliz nicht verhinderte, wenn die andre Hälfte der Zinkplatte, welche die Zunge berührte, mit dem ersten Silberstück zwischen der Lippe und Zahnfleisch in Berührung gebracht wird, gleichwol, wenn das Zink und Silber das erstemal an einander, und dann zwischen Lippe und Zahnfleisch gebracht, und hernach mit der Zunge berührt wird, keine Erscheinung eines Blitzes erfolgt, wenn gleich einiger Grad von stechender und unangenehmer Empfindung auf der Zunge wahrgenommen wird; und eine vermischte Masse, aus einem Theil Zink, und zwey Theilen Quecksilber, oder eine Masse

aus drey Theilen Zink, und einem Theile Silber, zusammengeschmolzen, haben, wenn sie an die Nerven gebracht werden, nicht die Wirkung, daß Zuckungen in den Muskeln veranlaßt würden, in welchen die Nerven sich endigen.

Auch habe ich gefunden, daß zwey dicke Stücke von rohen, oder gekochten Fleisch, das eine zwischen dem Zink und der Zunge, und das andere zwischen dem Silber und der Zunge, die unangenehme stechende Empfindung nicht hindere, wenn die beyden Metalle sich berühren; und daß, auf gleiche Weise, eine Zwischenlage von zwey Fleischstücken zwischen Zink und Zunge, und zwischen Silber und Oberlippe, die Erscheinung des Blitzens nicht hindert, wenn die zwey Metalle in Berührung gebracht werden.

19) Ich legte eine sehr dicke Zinkplatte in ein Gefäß mit Wasser, und neben derselben, in das Wasser, den untern Theil des Rückgrads und die Hinterschenkel eines Frosches, nachdem ich alle Theile am Becken, ausgenommen die Hüftnerven, zerschnitten hatte. Dann berührte ich das Zink mit einer goldnen Sonde, und fand, daß, wenn ich den über dem Wasser befindlichen Theil des Zinks berührte, die Schenkel des Frosches keine Veränderung litten; wenn ich aber den unter der Oberfläche des Wassers befindlichen Theil des Zinks berührte, so zuckten die Schen-

kel des Frosches. (Doktor Fowler hat den nämlichen Versuch gemacht.)

Zunächst legte ich einen der hintern Schenkel eines todten Frosches in das Wasser, und seinen andern Schenkel in ein nebenstehendes Gefäß mit Wasser. In die entgegengesetzte Seite des zweyten Gefässes legte ich einen der hintern Schenkel eines lebendigen Frosches, in welchem alle Theile am Becken, mit Ausnahme der Hüftnerven, zerschnitten waren; und in ein drittes Glas mit Wasser legte ich seinen andern Schenkel. Wenn ich jetzt den unter der Oberfläche des Wassers befindlichen Theil des Zinks mit einer goldnen Sonde berührte, so zuckten die Schenkel nicht; aber wenn ich zugleich den Finger meiner andern Hand in das Wasser des dritten Gefässes tauchte, so zuckten sie; wenn ich, anstatt meines Fingers eine Stange Siegellack mit der andern Hand in das Wasser tauchte, so zuckten die Schenkel nicht.

Ich fand bey den drey folgenden Versuchen, daß die Muskeln ohne Unterschied zucken, ob der von den angebrachten Metallen bewirkte Einfluß längs den Nerven hinauf, oder herunter geht.

20) Ich zerschnitt vier lebendige Frösche quer an den mittleren Theilen ihrer Rückgrade, und warf

die Vordertheile ihrer Körper und ihrer Baucheingeweide weg.

Zunächst zerschnitt ich an ihren Becken alle Theile, mit Ausnahme der Hüftnerven; und an ihren Knieen zerschnitt ich alle Theile, mit Ausnahme der Schenkelnerven; und beydemal zerschnitt ich die Verbindung ihrer beyden Hinterschenkel an ihren Schaambeinen. Dann legte ich die Schenkel von ihnen allen in eine gerade Linie, über verschiedne umgestürzte Glasgefässe, auf so eine Art, daß der Fuß des einen Frosches den Fuß des ihm zunächst liegenden berührte.

Nachdem ich ferner eine Zinkplatte unter den Fuß des ersten Frosches gelegt hatte, und in meiner linken Hand den Fuß des vierten oder letzten Frosches hielt, berührte ich das Zink mit einer goldnen Sonde in meiner rechten Hand; und fand, daß alle Muskeln der Lenden, Schenkel und Hüfte der vier Frösche zuckten.

21) Als ich die zwey Frösche in die Mitte legte, so daß ihre Rückgrade an einander stießen, und die Füße von beyden die Rückgrade der andern zwey Frösche, welche die Enden der Kette ausmachten, und folglich die Füße des einen von jenen, welche auf den Zink ruhten, und die Füße des andern in meiner Hand, berührten; so geriethen, bey Berührung des Zinks mit der goldenen Sonde in meiner rechten Hand, alle

Muskeln der Frösche, wie zuvor, in Zuckungen.

22) Als ich jetzt die rechten Schenkel der Frösche seitwärts wendete, so daß sie nicht mehr eine Kette durch Berührung der nächsten Frösche machten; so bekamen die rechten Schenkel keine Zuckungen.

Es ist offenbar, daß die Flüssigkeit, welche Richtung wir ihr auch in ihrem Umlauf geben möchten, im zwanzigsten Versuch über den einen Schenkel hinauf und in dem andern des nämlichen Frosches herunter gegangen seyn müsse; und wenn sie im ein und zwanzigsten Versuch, von dem einen Ende der Kette nach dem andern Ende desselben zu ging, so muß sie in zwey Fröschen hinauf, und in den beyden andern hinab gegangen seyn; oder wenn die Flüssigkeit von den beyden Enden der Kette gegen ihre Mitte ging, wo die Rückgrade der zwey mittelsten Frösche einander berührten, so muß sie in ihnen allen hinaufwärts gegangen seyn.

23) Wenn ich, nach Zerschneidung vier lebendiger Frösche quer an der Mitte ihrer Rückgrade; jedoch ohne an ihren Becken alle Theile außer den Hüftnerven zu zerscheiden, die hinteren Theile derselben in eine Kette legte, wie in dem zwanzigsten, ein und zwanzigsten, und zwey und zwanzigsten Versuch; so zuckten die Muskeln

nicht, wenn das Gold an das Zink gebracht wurde.

Zunächst fand ich, daß, wenn die verschiedenen Muskeln, welche im zwanzigsten, ein und zwanzigsten und zwey und zwanzigsten Versuche, quer durchgeschnitten waren, doch ohne die Nerven zu trennen, in Berührung mit einander gebracht wurden, die Muskeln nicht zuckten, wenn ich die Zinkplatte mit einer goldnen Sonde in meiner rechten Hand berührte, ohnerachtet ich das andere Ende der Kette von Fröschen mit meiner linken berührte.

Die Ursach, warum in dem zwanzigsten, ein und zwanzigsten, und zwey und zwanzigsten Versuch, die Muskeln zuckten, und nicht im drey und zwanzigsten, ist offenbar diese, weil in den ersteren die Flüssigkeit in den Nerven zusammengedrängt, in dem letztern hingegen verbreitet war, das heißt, weil sie zum Theil durch andre Organe eben so wohl, als durch die Stämme der Nerven zugeführt wurde.

24) Da ich fand, daß ich mit Leichtigkeit Zuckungen in den Hinterschenkeln eines Frosches erregen konnte, ohne ihn zu zerschneiden; so war ich im Stande, wenn ich seinen Rücken auf eine Zinkplatte legte, und eine goldne Sonde in seinen geraden Darm hineinbrachte, und das Zink mit der Seite der Sonde berührte, zwey bis drey hun-

dert Zuckungen hervor zu bringen, welche schnell auf einander folgten; und ich bemerkte, daß seine Schenkel dadurch so sehr geschwächt wurden, daß er nicht hüpfen konnte, und mit Mühe fortkroch; aber nach wenigen Minuten bekam er fast die volle stärke seiner Muskeln wieder.

Bey andern Fröschen schob ich einen Golddrat zwischen ihre Hüftnerven und zwischen ihr heiliges Bein, und drehte die beyden Enden des Drats über den Rücken der Thiere zusammen. Dann that ich sie in ein mit Wasser gefülltes Zinkgefäß, oder in ein mit Wasser gefülltes gläsernes Gefäß, auf dessen Boden ich eine dicke Zinkplatte legte; so daß jedesmal, wenn die Thiere, durch ihre Bewegung, das Gold vom Zink trennten, und dann wieder beydes in Berührung mit einander brachten, ihre hintern Schenkel zuckten. Ich lies sie drey bis vier Tage in dieser Lage bleiben, und fand, daß ihre Glieder beträchtlich geschwächt, aber an ihrer Bewegungskraft nicht erschöpft waren; und nach Entfernung des Golddrats, bekamen die Glieder allmählig ihre Stärke wieder.

Ich machte den nämlichen Versuch an jenen Fröschen, bey welchen ich, sechs Wochen früher, von hinten den ganzen Theil ihres Rückenmarks weggeschnitten hatte, welcher von den sechs untersten Wirbeln bedeckt ist; und fand nach

mehrern Tagen, nachdem der Versuch an den Fröschen gemacht worden, daß durch Kneipen ihrer Hüft- und Schenkelnerven, und noch geschwinder durch das Anbringen des Zinks und Goldes, schwache Zuckungen in den Muskeln erregt wurden.

25) Nach der oben beschriebenen Zubereitung von Fröschen, nach Zerschneidung ihrer Rückgrade, und aller Theile ihrer Becken, mit Ausnahme ihrer Hüftnerven, fand ich, daß leichte elektrische Erschütterungen, oder eine unmittelbar, oder mittelbar durch Wasser in die Glieder eines Frosches entladene Leidner Flasche, Zuckungen in ihren Muskeln hervorbrachten, welche jenen genau ähnlich waren, die durch Metalle erregt wurden. Und wenn nach wiederholten mässigen elektrischen Schlägen auf ihre Glieder, die Metalle an ihre Nerven, nach oben erwähnter Art, gebracht wurden, so zuckten die Muskeln.

Eben so fand ich, daß, wenn die Nerven durchschnitten und zusammen gebunden waren, elektrische Schläge durch die Nerven fortgeleitet wurden, und Zuckungen der Muskeln verursachten.

Wenn ich Frösche getödtet hatte, indem ich stark geladene Leidner Flaschen durch sie, von den Stirnen nach den hintersten Füßen zu, ausleerte; so fand ich ihre Nerven, oder Muskeln, oder

beyde, so sehr zerstört, daß durch Kneipen der Nerven, oder durch Anlegung der Metalle an dieselben, blos schwache Zuckungen erregt werden konnten.

Kurze Angabe der durch die vorigen Versuche bewiesenen Thatsachen.

Bey Ueberblickung der vorhergehenden Versuche, werden wir die folgenden Thatsachen völlig bewiesen finden.

1) Wenn vermittelst der Theile eines lebendigen Thiers und zweyer verschiedener metallischer Körper, zumal Goldes und Zink, in Berührung mit einander, ein Kreis gebildet wird, und ein Nerve einen Theil dieses Kreises ausmacht; so zucken die Muskeln, in welchen der Nerve sich endigt.

2) Ohngeachtet der Nerve, welcher einen Theil eines solchen Kreises ausmacht; queer durchgeschnitten worden, so werden gleichwol die Muskeln, in welchen der Nerve sich natürlich endigt, zucken, wenn die getrennten Theile desselben in Berührung mit einander gebracht, oder zusammen gebunden werden.

3) Wenn die Metalle, welche Theile des Kreises ausmachen, in steter Berührung mit einander gelassen werden; so hören die Zuckungen der Muskeln auf. Wenn sie aber von einander getrennt, und wieder vereinigt werden; so erfolgen wiederholte Zuckungen.

4) Die Wirkungen sind die nämlichen, wenn gleich die todten Theile eines Thiers, oder reines Wasser, Theile des Kreises ausmachen.

5) Wenn gleich die todten Theile eines Thieres, welche Theile eines solchen Kreises ausmachen, in Berührung mit den Metallen sind; so bleiben die Wirkungen die nämlichen.

6) Ein Muskel, welcher einen Theil eines solchen Kreises ausmacht, kann Zuckungen bekommen, indem die bewegte Materie ihre Richtung von dem Muskel nach dem Nerven nimmt.

7) Der Muskel kann Zuckungen bekommen, ohnerachtet er keinen Theil des Kreises ausmacht, in welchem die bewegte Materie ihren Lauf nimmt; wie sich aus der Vergleichung des fünften Versuchs mit dem dreyzehnten und vierzehnten ergiebt.

Aus dem dreyzehnten Versuch ergiebt sich, daß die durch die Metalle in Bewegung gebracht

te Flüssigkeit ungehindert längs eines Nerven hindurch geht, nachdem er zerschnitten worden, wofern seine getrennten Theile nur in Berührung mit einander gebracht werden.

Aber beym vierzehnten Versuch; bey welchem die linke Hand des Operators nicht an den Fuß des Frosches gebracht wurde, bekamen die Muskeln, in welchen sich der Nerve unterhalb der Bindung endigte, keine Zuckungen, weil die in Bewegung gebrachte Flüssigkeit sich nicht tiefer senkte, als bis an die Stelle, wo die goldene Sonde den Nerven oberhalb der Bindung berührte.

Wir können daher vermuthen, daß, wenn ein Nerve, welcher nicht zerschnitten worden, wie bey dem fünften Versuch mit der goldnen Sonde berührt wird, die bewegte Flüssigkeit nicht tiefer in dem Nerven herab sinkt, als bis auf die Stelle der Sonde.

Hieraus entdeckt sich der Irrthum derer, welche behaupten, die Feuchtigkeit auf der Oberfläche des Nervens leite die bewegte Flüssigkeit nach den Muskeln, und ihre Thätigkeit sey eine Folge der unmittelbaren Wirkung dieser Flüssigkeit auf ihre Fibern.

8) Die Wirkungen sind die nämlichen, wenn das Thier und die Metalle isolirt werden, indem man

sie auf Glas legt, und Siegellack zwischen der Hand des Operators und den Metallen angebracht wird.

9) Wenn irgend ein Theil des Kreises aus Siegelgellack oder Glas besteht, so bekommen die Muskeln keine Zuckungen.

10) Zuckungen entstehen nicht eher, als bis die Metalle in Berührung mit einander gebracht werden, und bis beyde Metalle ebenfalls in Berührung mit den thierischen Substanzen, oder mit dem Wasser, stehen, welches einen Theil des Kreises ausmacht.

Aehnlichkeit
der durch die vorigen Versuche in Bewegung gesetzten Flüssigkeit mit der elektrischen.

Die durch das Anbringen der Metalle an einander und an thierische Körper, oder an Wasser, in Bewegung gesetzte Flüssigkeit, zeigt in den folgenden Stücken eine Uebereinstimmung oder Aehnlichkeit mit der elektrischen.

Gleich der elektrischen Flüssigkeit, theilt sie der Zunge eine stechende Empfindung mit.

Gleich der elektrischen Flüssigkeit, wird sie ungehindert durch Wasser, Blut, thierische Körper, Metalle, fortgeleitet; und wird durch Glas, Siegellack, u. dgl. in ihrem Laufe aufgehalten.

Sie nimmt, mit ähnlicher Geschwindigkeit, ihren Lauf durch thierische Körper. Gleich der elektrischen Flüssigkeit, erregt sie Thätigkeit in den Gefässen eines lebendigen Thieres; wie der Schmerz, welchen sie verursacht, und das Bluten, welches sie hervor bringt, zu beweisen scheint. Daher könnte sie, vielleicht mit Vortheil bey der Amenorrhea gebraucht werden.

Sie erregt Zuckungen in den Muskeln, auf eben die Art, und mit eben den Wirkungen, wie die Elektricität.

Wenn die Metalle und das Thier in steter Berührung mit einander gelassen werden; so hören die Zuckungen auf; oder es scheint ein Gleichgewicht, wie nach Entladung einer Leidner Flasche, hervorgebracht zu werden.

Die Nervenflüssigkeit oder Kraft ist nicht einerley mit der elektrischen, auch nicht mit der durch die vorigen Versuche in Bewegung gesetzten Flüssigkeit.

Daß die Nervenflüssigkeit einerley mit der elektrischen, oder mit der durch die vorigen Versuche in Bewegung gebrachten Flüssigkeit, seyn sollte, wird, wie ich fürchte, durch die folgenden Umstände widerlegt.

1) Ohne der Schwierigkeit zu erwähnen, mit welcher man sich einen Begriff machen kann, wie die elektrische Flüssigkeit durch unser Nervensystem angehäuft, oder in demselden eingeschlossen werden könne; so läßt sich bemerken, daß überall, wo die elektrische, oder die Flüssigkeit, welche jener ähnlich ist, die durch obige Versuche in Bewegung gebracht worden, in einem Thiere, wie der Zitteraal, sich angehäuft findet, eine gewisse Veranstaltung bey dem Thiere gemacht ist, durch welche es in den Stand gesetzt wird, diese Flüssigkeit zu sammeln und zu entladen.

2) Die Nervenkraft wird durch chemische, oder durch mechanische Reitze geweckt; und wird, auf der andern Seite, durch Opium und andere Gif-

te zerstört, von welchen man nicht glauben kann, daß sie auf die elektrische Flüssigkeit wirken.

3) Ich befürchte, die Theorie der Herrn Galvani, Valli, und anderer, widerlegt zu haben, welche bey dem Nerven eine bejahende, und bey dem Muskel eine verneinende Elektricität annehmen, wie bey der Leidner Flasche; indem gezeigt worden, daß die Muskeln zucken, wo zwischen ihnen und den Metallen keine andre Gemeinschaft ist, als vermittelst des Nerven; oder, wenn die Metalle bloß an verschiedene Stellen des Nerven gebracht werden, ohne die Muskeln zu berühren, welche zucken, und wenn der zuckende Muskel keinen Theil des Kreises ausmacht, in welchem die in Bewegung gesetzte Materie ihren Lauf nimmt.

4) Ich habe bewiesen, daß die Muskeln zucken, indem der Strom der elektrischen Materie seinen Lauf vor ihnen und vor den kleinern Aesten der Nerven nach ihren Stämmen nimmt; und da ein Muskel niemals in Thätigkeit durch die Nervenkraft gesetzt wird, außer wenn diese aus dem Stamm des Nervens in seine Aeste, und aus diesem in den Muskel geht; so ergiebt sich, daß, wenn bey diesen Versuchen die Muskeln zuckten, die Nervenflüssigkeit und die elektrische, sich in entgegen gesetzter Richtung bewegten;

woraus wir schliessen können, daß sie in ihrer Natur sich wesentlich von einander unterscheiden.

5) Die Nerventhätigkeit wird durch eine dichte Bindung, oder durch einen Queerschnitt eines Nervens, gehemmt, wenn gleich die getrennten Theile hernach in Berührung mit einander gebracht werden; da hingegen die elektrische, oder die durch die Metalle erregte Flüssigkeit ungehindert, in einem gebundenen oder zerschnittenen Nerven hinauf, oder hinab steigt.

6) Wenn einem lebendigen Thier ein Glied abgenommen worden, so können häufige Zuckungen der nämlichen Muskeln, durch Anbringung chemischer und mechanischer Reitze an die Nerven, erregt werden; da hingegen elektrische Materie sich plötzlich entladet.

Hieraus schließe ich:

1) daß die Flüssigkeit, welche, bey Anbringung metallischer Körper an Thiere, Zuckungen in ihren Muskeln veranlaßt, elektrisch ist, oder eine grosse Aehnlichkeit mit der elektrischen Flüssigkeit hat;

2) daß diese Flüssigkeit nicht unmittelbar auf die Muskelfasern wirkt, sondern blos vermittelst ihrer Nerven;

3) daß diese, und die Nervenflüssigkeit, oder Kraft, nicht einerley sind, sondern wesentlich in ihrer Natur von einander abweichen;

4) daß diese Flüssigkeit bloß als ein Reiz auf die Nervenflüssigkeit oder Kraft wirket;

5) daß diese Versuche bloß eine neue Art, die Nervenflüssigkeit oder Kraft zu erregen, gezeigt haben, ohne irgend ein helleres Licht auf die Natur dieser Flüssigkeit oder Kraft zu werfen.

II.

Richard Fowler's Versuche und Beobachtungen über die Flüssigkeit,

welche vor kurzem von Herrn Galvani entdeckt, und gewöhnlich thierische Elektricität genannt wird.

Vorrede.

Der Gegenstand nachfolgender Versuche hat eine so allgemeine Wißbegierde geweckt, daß jede neue Thatsache, welche darauf Bezug hat, einige Befriedigung gewähren kann; und ohnerachtet die wenigen, welche ich anzubieten habe, mich zu keinen von manchen dafür gehaltenen sehr wichtigen Schlußfolgen geleitet haben, so werden sie hoffentlich doch auch der Aufmerksamkeit nicht ganz unwürdig befunden werden.

Die Versuche wurden in der Absicht angefangen, es zur Gewißheit zu bringen, ob die von Herrn Galvani entdeckte Flüssigkeit sich auf irgend ein bekanntes Gesetz der Natur beziehen lasse, oder ob sie selber ein neues Gesetz seyn möge?

Da ich fand, daß sie, mit ziemlicher Genauigkeit, die Gegenwart sehr geringer Grade von der zusammenziehenden Kraft der Muskeln anzeigte, ohne im geringsten diese Kraft sichtbar

zu vermindern, wie dieses bey Elektricität und bey den meisten andern Reitzen niemals ausbleibt; so glaube ich, sie könne mit Vortheil, als ein Mittel bey Untersuchung mancher wichtiger Gegenstände der Physiologie gebraucht werden; und ich habe sie daher in dieser Hinsicht benutzt.

Jeder Umstand, welcher in der Reihe dieser Versuche beobachtet wurde, ist in dem Augenblick seiner Erscheinung sorgfältig niedergeschrieben worden; und der grössere Theil derselben geschah in Gegenwart von Personen, von deren Genauigkeit ich mit Grund hofen konnte, daß sie jede Täuschung entdecken würden, die mir selber unbemerkt bleiben dürfte.

Mit besondern Vergnügen äußere ich meine Verbindlichkeit gegen Herrn George Hunter aus York, wegen des freundlichen Beystandes, welchen er mir fast bey jedem Versuch geleistet hatte, welcher eine solche Hülfe nöthig machte.

Erster Abschnitt.

Können die Erscheinungen, welche, bey Anlegung gewisser verschiedener Metalle an Thiere, sich zeigen, auf Elektricität bezogen werden?

Die ganze Reihe von Umständen, welche dieser Entdeckung voranging, kann sehr leicht einen Glauben an ihre Verwandschaft mit Elektricität veranlassen.

Einige zufällige, gewiß elektrische, Erscheinungen reitzten durch ihre Neuheit die Aufmerksamkeit des Professors der Anatomie zu Bologna, die mögliche, aber unbekannte Abhängigkeit der Bewegungen der Thiere von der Elektricität, zu untersuchen; und die erstaunlichen Wirkungen dieser Flüssigkeit auf den menschlichen Körper, besonders in paralitischen Krankheiten, sie mochten eine Folge von Zerstörungen der Nerven, oder der Muskeln seyn; — die Versuche, welche beweisen, daß die thierischen Flüssigkeiten bessere Elektricitätsleiter sind, als Wasser; und daß, wenn ein elektrischer Schlag durch einen gegebenen Theil eines lebendigen Thieres hindurch geht, der nämliche Schlag,

nachdem das Thier todt ist, sichtbar über die Oberfläche des Theils, aber nicht durch denselben seinen Weg nimmt; (s. Cavallo) — Die Erinnerung ferner an jene merkwürdige Kraft, welche einige Thiere besitzen, wie der Torpedo, der Gymnotus elektricus, und der Silurus elektricus; die elektrische Flüssigkeit nach Belieben zu sammeln und zu entladen; — aber vor allem, das wundervolle, aber einzige Beyspiel eines elektrischen Schlages von einer Maus, unter der Zerschneidung, welches vor kurzem von seinem Landsmann Cotugno angeführt wurde; — alles dieses waren Umstände, welche die Erwartungen des Professors in Bezug auf ihren Erfolg nicht wenig gespannt zu haben scheinen.

Nach manchen sinnreichen und wichtigen Versuchen, zur Erläuterung der zwischen künstlicher Elektricität und den willkührlichen Bewegungen der Thiere bestehende Verwandschaften, entdeckte ihm endlich ein glücklicher Zufall die Erscheinungen, welche seitdem den Inhalt so mancher merkwürdiger Untersuchungen ausmachten, und welche Galvani's Namen unsterblich gemacht haben.

Er machte einmal die Beobachtung, daß einige Frösche, welche an dem Rückgrad eingehackt, und an die eisernen Palisaden gehenkt waren, die seinen Garten umgaben, häufig und unwillkührlich sich zusammenzogen. Als er die Ursach dieser Zu-

ckungen genauer untersuchte; so fand er, daß er sie nach Belieben bloß dadurch hervorbringen konnte, daß er die Thiere mit zwey verschiedenen Metallen berührte, welche zu gleicher Zeit in Berührung mit einander waren.

Bey einem jeden, welcher durch solche Beobachtungen und Versuche, wie diejenigen waren, welche Herrn Galvani vorher beschäftigt hatten, vorbereitet war, mußte die Aehnlichkeit dieser neuen Entdeckung mit den von ihm zuvor beobachteten Thatsachen, eine Ueberzeugung von der Einerleyheit ihrer Ursach veranlaßt haben; und die seitdem von ihm selber, und vom D. Valli angestellten Versuche gaben dieser Meynung keinen geringen Grad von Glaubwürdigkeit.

Eine Wiederholung einiger dieser Versuche erregte bey mir Zweifel über die Richtigkeit der aus ihnen gezogenen Schlüsse, und veranlaßte mich endlich, in der folgenden Untersuchung fortzufahren.

Mein erstes Ziel war die Feststellung der verschiedenen Umstände, welche zur Hervorbringung jener neuen Erscheinungen wesentlich erfordert werden, und unter welchen sie am leichtesten bewirkt werden können.

Nach einer großen Mannigfaltigkeit von Versuchen, von welchen es unnöthig seyn würde, hier mehr als den Erfolg zu erzählen, fand ich, daß ich in keinem Thier die von Galvani beschriebenen Er-

scheinungen mit andern Substanzen, dichten oder flüssigen, hervorbringen konnte, außer mit den Metallen; und daß die gegenseitige Berührung zweyer verschiedener Metalle mit einander, so weit als ich zu entscheiden fähig war, in jedem Falle zu der Wirkung erfordert wurde.

Wenn Metalle entweder verkalcht, oder mit Säuern verbunden worden, so sind sie nicht länger im Stande, ein Zusammenziehen hervor zu bringen. Bey Bestimmung der verhältnißmäßigen Kräfte verschiedener Metalle, als lockender Körper, fand ich Zink bey weitem als das wirksamste; zumal in Berührung mit Gold, Silber, Wasserbley, Stahl, oder Kupfer; ohnerachtet diese letztern nur ein schwaches Zusammenziehen verursachen, wenn sie bloß mit einander in Verbindung sind.

(Vom Zink gibt Cronstedt die folgende sehr artige Bemerkung: „Es scheint durch Reiben elektrisch zu werden; und dann werden seine kleinern Theile vom Magnet angezogen; indessen sind diese Wirkungen noch nicht gehörig untersucht. — Zink gibt das beste Amalgama zum Ueberziehen des Reibzeugs der Elektrisirmaschinen. Aber ich bin nicht im Stande gewesen, eine Stange Zink durch Reiben elektrisch zu machen; konnte auch nicht finden, daß seine kleinern Theile in irgend einem Zustand vom Magnet angezogen wurden, ausgenommen wenn sie vermittelst eines eisernen Werkzeugs abgefeilt worden waren. Aber auf diese Art wird ein

ein jeder Metallstaub des Einflusses des Magnetsteines empfänglich gemacht.)

Nächst dem Zink scheint Zinnfolie und Bley das beste Reitzmittel zu seyn. Aber mit Zink, Gold, Silber, oder Wasserbley, ist es mir häufig gelungen, ein Zusammenziehen in dem Fuß eines Frosches zu verursachen, wenn es schon länger als einen Tag unterblieben war; indem ich den Nerven mit Zinnfolie bewaffnete, und einiges andre Metall als Leiter auf die Art brauchte, wie der Versuch gewöhnlich angestellt wird.

Wenn die Masse der Metalle stark, und die Größe der Oberfläche eines Thiers, mit welchem sie in Berührung stehen, beträchtlich ist; so wird, dünkt mir, das Zusammenziehen nicht blos stärker, sondern auch leichter erregt, als wenn das Entgegengesetzte der Fall ist. Auf diese Art war ich fast jederzeit im Stande, ein Zusammenziehen in einem Gliede dadurch zu verursachen, daß ich es auf eine breite Zinkplatte legte, und ein halb Kronstück als Reitzmittel brauchte, lange nachdem ein kleines Stück Zink, und eine silberne Sonde, irgend eine Wirkung hervor zu bringen aufgehört hatte.

Ich habe gesagt, daß ich zur Erregung eines Zusammenziehens den Umstand für nothwendig halte, daß zwey verschiedne Metalle, welche mit dem zu reitzenden Theile in Verbindung stehen, au., in

Berührung mit einander gebracht werden müssen. Einige wenige Fälle sind beobachtet worden, welche das Gegentheil zu beweisen scheinen. In einer Vorlesung, welche bereits im October des vorigen Jahres gehalten wurde, da ich dieses im May des jetzigen Jahres schreibe; in welcher D. Baillie aus London Galvani's Entdeckung erwähnte, glaube ich ihn sagen gehört zu haben, er habe zwey bis dreymal ein Zusammenziehen blos durch Anbringen eines einzigen Metalls hervorgebracht; und D. Valli spricht in seinem neunten Brief über diesen Gegenstand davon, daß er das nämliche mit einer Scheere aus schlechtem Stahl, und an einem frisch getödteten Frosch gethan habe.

Ich halte nicht für unmöglich, daß in diesen Fällen einige unbemerkte Täuschungen vorgefallen seyn mögen. Zufälliger Weise berührte ich einmal den Schenkelnerven eines Frosches mit einem kleinen goldnen Zahnstocher aus einem silbernen Behältniß, und der Schenkel zog sich augenblicklich zusammen; ich berührte ihn noch einmal; und es erfolgte noch einmal ein Zusammenziehen. Zu einer andern Zeit beobachtete ich ein Zusammenziehen bey Berührung eines Nerven mit einem silbernen Röhrgen; und ein andermal, indem ich einen in die Biegungen einer silbernen Kette legte.

Alle diese Beobachtungen schienen damals eben so viele entscheidende Beweise von Zusammenziehung

durch Anlagen eines einzigen Metalls zu seyn, bis der folgende Versuch eine verschiedene Erklärung an die Hand zu geben schien. Als ich das eine Ende einer silbernen Sonde, an den Hüftnerven eines Frosches, welcher einige Zoll tief unter Wasser lag, gebracht hatte, so bemerkte ich, daß kein Zusammenziehen erfolgte; auch nicht, wenn ich den Theil der Sonde über der Oberfläche des Wassers mit einem Stück Zink berührte. Aber wenn ich ihn an der Oberfläche berührte, so, daß so wohl das Zink, als das Silber, in Berührung mit dem Wasser war, ohnerachtet das Zink zu der nämlichen Zeit mehrere Zolle von dem Frosche entfernt blieb; so entstand ein so lebhaftes Zusammenziehen, als ob beyde Metalle in unmittelbarer Berührung mit dem Frosche gewesen wären.

Jetzt war ich nicht länger in Verlegenheit wegen Erklärung des durch den goldnen Zahnstocher verursachten Zusammenziehens; indem die Umstände so wohl in diesem Falle, als bey dem erwähnten Versuch, wahrscheinlich die nämlichen waren, zwey Metalle in Berührung mit einander; das Gold in unmittelbarer Berührung mit einem Nerven; und das silberne Behältniß in Verbindung mit ihm, und mit den Muskeln vermittelst der Feuchtigkeit, womit das Ganze vielleicht umgeben war.

Dies leitete mich zur Untersuchung der Kette, und des Röhrgens. Ich fand, daß sowohl die Glieder der einen, als die Seiten des andern, mit einem verschiedenen Metall gelötet waren; so daß, in diesen beyden Fällen, zwey Metalle zu gleicher Zeit in Berührung mit einem Nerven, mit Feuchtigkeit, und mit einander, gestanden hatten.

(Wenn ferner Versuche bestimmt entscheiden sollten, daß die gegenseitige Berührung von zwey ganz verschiedenen Metallen durchaus nothwendig ist, um Galvani's Erscheinungen hervor zu bringen; könnte dann nicht dieser Umstand eine brauchbare Probe der Reinheit der kostbaren Metalle abgeben? Zum Beyspiel, ein in einem Thier, durch Berührung eines Gold- oder Silberstücks, dessen Reinheit wir zu bestimmen wünschen, mit einem Stück des nämlichen Metalls, dessen Reinheit bekannt ist, verursachtes Zusammenziehen würde alsdenn unwiderleglich die Gegenwart einer Mischung beweisen.)

Wie es indessen damit, in Rucksicht auf die Nothwendigkeit einer gegenseitigen Berührung zwischen zwey verschiedenen Metallen, um ein Zusammenziehen hervor zu bringen, beschaffen seyn mag; so habe ich doch seitdem längst gefunden, daß ein Zusammenziehen in einem Thier verursacht werden kann, wenn auch nur ein einziges Metall in Berührung mit demselben gebracht wird.

(In einer geschickten Vorlesung, welche Doktor Monro vor kurzen, hauptsächlich über diesen Gegenstand, gehalten hatte, bewies er die Möglichkeit, ein Zusammenziehen in dem Glied eines Frosches hervor zu bringen, ohne eins von den Metallen, welche er brauchte, in Berührung, oder in irgend eine andre Verbindung mit demselben zu bringen, als vermittelst einer Feuchtigkeit. Bey Abänderung dieses Versuchs finde ich, daß, wenn ein Frosch in zwey Stücke, gerade über dem Ursprung der Hüftnerven getheilt, und in ein Becken mit Wasser gelegt wird, die Hinterschenkel in starke Zuckungen gebracht werden können, wenn man Zink, oder Zinnfolie, und Silber, in einer Entfernung von wenigstens einem Zoll von dem getheilten Rückgrad, in Berührung mit einander bringt, so lang als sie beynah in einer geraden Linie mit demselben gelassen werden. Wasser ist, in diesem Falle, das einzige Verbindungsmittel zwischen den Metallen und dem Ursprung der Nerven.)

Als ich zum erstenmal diese Begebenheit beobachtete, stellte ich Versuche an, um mich zur Gewißheit zu bringen, ob es möglich sey, die Flüssigkeit, welche ein Zusammenziehen in dem einen Schenkel erregt hatte, in einen andern herüber zu leiten, welcher in einiger Weite von ihm entfernt war, und blos vermittelst einer einzigen leitenden Substanz, wie Silber zum Beyspiel, Gemeinschaft mit ihm hatte.

In dieser Absicht hatte ich die Hinterschenkel eines kürzlich getödteten Frosches von dem Stamm,

und von einander, getrennt, und ihre Nerven bis an das Knie herunter gelöset. Alsdann legte ich sie, in einiger Entfernung von einander, auf eine Glasplatte, und schloß den Nerven des einen Schenkels und den Fuß des andern, in die zusammengefalteten Enden einer silbernen Kette. Mit der einen Hand hob ich jetzt von den Muskeln, auf das Ende einer silbernen Sonde, den Nerven desjenigen Schenkels, dessen Fuß in die Kette geschlagen war; und mit einem Stück Zink in der andern Hand berührte ich zu gleicher Zeit den Nerven, und die Sonde. Dieser Schenkel bekam starke Zuckungen; aber keine entstanden in dem andern. Ich berührte dann die Kette, und den Nerven des andern; und zu meinem Erstaunen entstand in beyden Schenkeln augenblicklich ein Zusammenziehen.

Ich hatte im Anfang des vorigen Novembers beobachtet, daß die Metalle nicht nothwendig in Berührung mit etwas andern, außer dem Nerven, seyn durften, um ein Zusammenziehen in den Muskeln zu erregen, in welche er sich vertheilte; und hatte diese Begebenheit gleich hernach der hiesigen medicinischen Gesellschaft, als eine hinlängliche Widerlegung der Theorie bekannt gemacht, welche D. Valli von Galvani's Entdeckung gegeben hatte. Es würde daher meine Erwartungen nicht übertroffen haben, wenn die durch die gegenseitige Berührung eines Stücks Zink, und der Sonde, mit dem Ner-

ven, erregte Flüssigkeit, vermittelst der Kette aus dem Schenkel, in welchem er zuerst ein Zusammenziehen erregte, herausgegangen, und in dem entfernten Schenkel ein Zucken verursacht hätte.

Aber jetzt glaubte ich, nicht bloß die Flüssigkeit aus einem Schenkel in den andern, sondern in einen der Schenkel, in einer dem Laufe seiner Nerven entgegengesetzten Richtung, herüber gebracht zu haben. Die Entfernung desienigen Schenkels, dessen Nerve mit der Kette Gemeinschaft hatte, überzeugte mich von meinem Irrthum; entdeckte mir aber zu gleicher Zeit eine Begebenheit von weit grösserer Bedeutung, als irgend eine, die mir bekannt gewesen war. Denn, wenn ich jetzt die Kette allein mit dem Zink berührte; so fand ich, daß der Schenkel, dessen Fuß sie noch immer einschloß, und dessen Nerven ich auf einer Sonde schwebend hielt, so stark als zuvor, zuckte.

Die Flüssigkeit der beyden Metalle, in Berührung mit dem Nerven des andern Schenkels, hatte also ihren Weg nicht hinein genommen, und dieses verursacht.

Es war gleich Anfangs bekannt, daß ein Zusammenziehen erregt werden könne, wenn von zwey verschiedenen Metallen das eine in Berührung mit dem Nerven, das andre in Berührung mit den Muskeln, und beyde in Verbindung mit einander gebracht würden. Aber bey diesem Versuch war

Silber das einzige Metall in Berührung, entweder mit dem Nerven, oder mit dem Muskel. Auch ging die Flüssigkeit nicht durch die Kette und dem Schenkel hinauf, wider den Lauf des Nervens, weil etwa eine Feuchtigkeit eine Verbindung zwischen dem Zink und Fuße, eben so wohl als zwischen der silbernen Kette, und dem Fusse, gemacht hätte; denn der Versuch gelung eben so gut, wenn die Kette entfernt, und der Fuß auf eine völlig ausgetrocknete Silberplatte gelegt wurde.

Wenn aber entweder das Zink, oder die Sonde von einer andern Person gehalten wurde, die nicht mit mir in Verbindung stand; oder, wenn eins von beyden durch eine Stange Siegellack isolirt war, so fand kein Zusammenziehen von irgend einer Art Statt. Nicht einmal entstand ein Zusammenziehen in irgend einem Theil des Schenkels, den Fuß ausgenommen, wenn die Sonde von dem Nerven weg gezogen, und der Fuß so wohl, als das Silber, mit dem Zink berührt wurde.

Es ist also klar, daß die Flüssigkeit, welche, im vorigen Fall, den ganzen Schenkel zum Zucken brachte, ihren Weg durch meinen Körper genommen haben mußte. Es ist nicht nöthig, daß das Silber unter den Fuß gelegt werde; es wird weiter nichts erfordert, als daß es mit ihm vermittelst der Feuchtigkeit in Verbindung gebracht wird; außer-

dem kann es fast in jeder Entfernung von demselben gebracht werden.

(Das erregte Zusammenziehen scheint in der Stärke sich nach dem Umfange der Oberflächen der berührenden Metalle zu richten, und am stärksten zu seyn, wenn eine große Zinkplatte horizontal auf eine grosse Platte von Silber oder Gold gelegt wird. Läßt man das Zink in Berührung mit dem Silber, so wird das Zusammenziehen des Schenkels, auf eine kleine Zeit, aufhören. Das Zink kann alsdann über dem Silber hingeschoben werden, bis es sogar den Schenkel berührt, ohne das Zusammenziehen zu erneuern; aber, beym Wegnehmen des Silbers, zuckt der Schenkel in dem Augenblick, da das Silbbrr von ihm scheidet.)

Der Lauf dieser Flüssigkeit war indessen noch immer unbestimmt; er konnte aus den Muskeln in den Nerven; er konnte aus dem Nerven in die Muskeln gehen. Dieses zur Gewißheit zu bringen, und zu beweisen, daß die Flüssigkeit, welche das eine Glied zum Zucken gebracht hatte, durch ein fremdes Mittel weiter gehen, und Zuckungen in einem andern erregen könne, machte ich folgenden Versuch.

Der Schenkel eines Frosches wurde in die Lage, wie bey dem vorigen Versuch gebracht. Die Sonde, über welcher der Nerve lag, wurde von mir selber gehalten; das Zink, als Reitzmittel, von

einem andern; und der Schenkel eines andern Frosches machte zwischen uns die Verbindung. So lang als ich den Nerven, und mein Gehülfe den Fuß des dazwischen gelegten Schenkels hielt, entstand kein Zusammenziehen in demselben, durch die Flüssigkeit, welche hindurch ging, und den andern Schenkel reitzte. Wenn aber die Person, welche das Zink hielt, den Nerven des zwischen liegenden Schenkels, und ich den Fuß faßte; so entstand in beyden Schenkeln ein gleich starkes Zusammenziehen.

Aus diesem Versuch ist deutlich, daß Galvani's Flüssigkeit entweder aus den Muskeln, oder aus dem Zink und Silber, ihren Weg nahm, und in gerader Richtung nach den Nerven beyder Schenkel fortging.

Ich war jetzt im Besitz einer leichten Methode, die verschiedenen Substanzen zu bestimmen, welche dieser neuen Flüssigkeit einen Durchgang verstatte, oder nicht.

Alle gereinigte Metalle zeigen sich als vortrefliche Leiter; nicht völlig so gut, wenn sie im Erzte sind; und noch schlechter, dünkt mir, wenn sie mit Säuren verbunden sind, und metallische Salze machen. Indessen sind sie in diesem Zustand, keinesweges schlechte Leiter, selbst wenn sie so sorgfältig getrocknet sind, daß keine Vermuthung des gering-

sten Grades von anhängender Feuchtigkeit an ihrer Oberfläche Statt findet.

Aber wenn die Metalle verkalcht werden, dann ist ihre Feuchtigkeit zum leiten ganz zerstört; wenigstens war dies der Fall mit den Kalchen von Zink, Wismuth, Eisen und Quecksilber; die einzigen, mit welchen ich Gelegenheit hatte, den Versuch zu machen. Ich konnte nicht bemerken, daß irgend ein Zusammenziehen durch Steine, oder selbst durch Barytes erregt wurde.

Die verschiedenen elektrischen Nichtleiter sind ebenfalls, wie ich finde Nichtleiter dieser Flüssigkeit; selbst Holz, Holzkohle, und Leinwand, leiten nur wenn sie feucht sind. Aber alle lebendige Pflanzen, die ich bekommen konnte, verstatteten ihr einen ungehinderten Durchgang; wahrscheinlich wegen der in ihnen enthaltenen Flüssigkeiten.

Indem ich die Sonde hielt, welche den Nerven trug, berührte ich den Schuh einer Person, welche das Zink an das Silber unter dem Fuße des Frosches brachte. Ein starkes Zusammenziehen wurde veranlaßt; als er aber den Schuh auszog, und wir ihn zwischen unsern Händen hielten; so konnte kein Zusammenziehen erregt werden. In dem ersten Falle hatte die Flüssigkeit blos durch die Dicke des Schuhes zu gehen; im zweyten, durch seine ganze Länge, welche vielleicht nicht überall gleich feucht war. Die

Person hatte Zwirnstrümpfe an. Als ich den Fuß eines andern berührte, welcher Baumwollene Strümpfe an hatte, so erfolgte kein Zusammenziehen. Baumwolle ist ein elektrischer Nichtleiter.

Oele aller Arten sind so wenig Leiter, daß, wenn die Finger der Person, welche die Sonde, oder das Zink hält, sehr geduftet haben, selbst dieser Umstand so gut als eine völlige Verhinderung des Durchgangs der Flüssigkeit wirket; in dem Augenblick, da der Duft weg gewischt, und die Finger in Wasser getaucht worden, geht sie wieder hindurch, und erregt ein Zusammenziehen. Wenn die Gedärme eines Frosches herausgenommen, und sein Bauch mit Oel gefüllt worden; so kann kein Zusammenziehen bewirkt werden, wenn das eine Metall auf seine Hüftnerven gelegt, und ein anders, entweder über oder unter der Oberfläche des Oels, in Berührung damit gebracht wird.

Es findet sich in dieser Rücksicht etwas besonders, in Bezug auf Quecksilber. Wenn der Leib eines Frosches damit gefüllt wird, so erregt ein hinein gelassenes Stück Zink, so daß es die Hüftnerven berührt, ein Zusammenziehen. Aber ein hinein gelassenes Stück Silber erregt keins. Auch entsteht keins, wenn das Silber, unterhalb der Oberfläche des Quecksilbers, mit einem Stück Zink berührt wird.

Aber ich habe vorher gezeigt, daß, wenn Wasser anstatt Quecksilbers gebraucht wird, ein Zusammenziehen auf diese Art erregt werden kann; doch hält man Quecksilber für einen besseren Elektricitätsleiter, als Wasser. Zu wiederholten Malen leitete ich diese Flüssigkeit durch eine große Länge dünnen Metalldrats, und durch die Körper von fünf Personen, welche in Verbindung mit einander standen, indem sie ihre Finger in Becken mit Wasser zwischen ihnen tauchten; gleichwol schien sie, auf diesem langen und weitläuftigen Wege, nichts von ihrer Kraft verloren zu haben; denn die in dem Schenkel eines Frosches hervorgebrachte Zuckungen waren eben so stark, als wenn sie nur durch eine einzige Person hindurch ging. Vitriolsäure und Alkahol zeigen sich als noch bessere Leiter, als Wasser.

Weil ich Gewißheit haben wollte, ob sie über der Oberfläche, oder durch die Substanz der Metalle ihren Weg nehme; so überzog ich einige Stäbe von verschiedenen Metallen mit Siegellack, und ließ blos ihre Enden unbedeckt, an welchen sie gehalten wurden. Ein Zusammenziehen entstand vermittelst derselben eben so leicht, als wenn sie nicht überzogen gewesen wären. Sie scheint keine Hinderung auf ihrem Wege von Glied zu Gliede in verschiedenen Ketten zu finden, selbst wenn kein Druck, außer demjenigen, welchen ihre eigne Schwere verursacht,

angebracht wird, um sie in Berührung zu bringen.

Dieser Umstand ließ mich hoffen, daß ich im Stande seyn würde, sie durch eine sehr dünne Luftplatte hindurch zu lassen. Ich überzog daher eine Stange Siegellack mit einer Platte von Zinnfolie, und machte dann mit einem scharfen Federmesser einen fast unmerklichen Kreuzschnitt in dieselbe. Aber selbst diese Unterbrechung des Zusammenhangs in dem Leiter, war hinlänglich, um ihren Durchgang zu hemmen.

Die Ketten, durch welche sie am leichtesten ging, waren von Gold und Silber. Durch eine sehr lange und feine messingne Kette ging sie nicht, außer wenn so viel Gewalt, als angewendet werden konnte, ohne die Kette zu zerbrechen, gebraucht wurde, um ihre Glieder in dichte Berührung zu bringen.

Ich schritt jetzt zu der Untersuchung, ob die Fähigkeit verschiedener Substanzen zu Leitern, oder Nichtleitern, durch di ß Verschiedenheiten ihrer Temparatur eine Aenderung litten. Aber dis war nicht der Fall mit Zink, Eisen, Wasser, Kohle, oder einem gewöhnlichen Schmelztiegel; die einzigen Substanzen, mit welchen ich den Versuch anstellte. Ein glühendes Eisen, und kochendes Wasser, leiteten eben so gut, als Eisen und Wasser, welches nicht erhitzt worden; auch der Schmelztiegel

und die Kohle wurden eben so wenig Leiter, wenn Hitze hinzu kam.

Anfangs hielt ich Eis für einen Leiter; als aber, bey einigen Versuchen, kein Zusammenziehen vermittelst desselben erregt wurde; und da es, nach Verhältniß der Trockenheit seiner Oberfläche, gleichförmig schlecht zu leiten schien; so vermuthe ich, daß es im vollkommen trocknen Zustande, ganz und gar nicht leiten werde. In dem Augenblick, da ein Theil seiner Oberfläche durch die Hitze des Zimmers aufgelößt wurde, entstand eben so leicht ein Zusammenziehen, wie gewöhnlich vermittelst eines Beckens mit Wasser.

Es zeigte sich also, daß weder sehr heisses, noch sehr kaltes Wasser, diese Flüssigkeit zerstreut, wie D. Valli behauptete; auch scheint weder das eine, noch das andere, ihre Kraft in Hervorbringung eines Zusammenziehens zu vermindern.

(L'eau trop èchauffée, ou qui est en éboullition, disperse l'electricité, de manière à en détruire les phenomènes.

L'excès du froid prive l'eau même de la propriété de conduire le fluide en question. — Dr. Valli, Lettre 9me.)

Im Ganzen scheint es nöthig zu seyn, daß diese Flüssigkeit nach einem Theil in einem sehr verdichteten Zustand ihren Weg nehme, um ein Zusamziehen hervor zu bringen; ohnerachtet einige Thatsa-

chen da sind, welche, ohne weiteres Nachdenken, einen auf die Vermuthung bringen konnten, daß sie dergleichen hervorbringen würde, auch wenn sie in einem zerstreuten Zustande ihren Weg nehmen sollte. Bey dem Versuch, wo das Stück Zink unter dem Fuß eines Frosches mit Zink berührt wird, indem sein Schenkelnerve auf einer silbernen Sonde ruht, findet kein Zusammenziehen Statt, wenn die Sonde entweder so tief erniedrigt wird, daß sie in Berührung mit den Hüftmuskeln kommt, oder wenn sie in Berührung mit dem Silber unter dem Fuß gebracht wird.

Wenn ferner zwey Personen, von welchen die eine die Sonde, die andre das Zink hält, mit einander in Verbindung stehen, indem sie ihre leeren Hände in ein Becken mit Wasser tauchen, und die Person dem Zink einen andern Schenkel eines Frosches hält, welches zwischen ihren Fingern an seinem Nerven unterhalb der Oberfläche des Wassers hängt; so wird kein Zusammenziehen in diesem Schenkel Statt finden, wenn das Silber unter dem andern mit Zink berührt wird, da zu gleicher Zeit ein starkes Zusammenziehen in dem andern hervorgebracht wird. Aber, wenn sein Nerve über die Fläche des Wassers erhöht wird; so zuckt er dann eben so lebhaft, als der andere.

Es

Es ergiebt sich, daß, in dem letzten dieser beyden Fälle, wenigstens der grössere Theil der Flüssigkeit sich durch das Wasser verbreitet hat, anstatt grade durch den Nerven aus den Fingern der Person, welche ihn hält, zu gehen; und daß sie, in beyden Fällen, in einem zu sehr zerstreuten Zustand in die Schenkel ging, als daß sie ein Zusammenziehen in denselben hervorbringen konnte.

Eben so habe ich oft bemerkt, daß, wenn der Nerve eines fast erschöpften Schenkels von einem Frosch auf ein Stück Zink gelegt, und beydes mit Silber berührt wurde, das erregte Zucken sehr deutlich war; wenn aber das Zink in Berührung mit dem Muskel so wohl, als mit dem Nerven gebracht wurde, so konnte entweder gar kein Zusammenziehen hervorgebracht werden, oder ein so schwaches, daß es kaum bemerkt wurde.

Ein Zusammenziehen läßt sich indessen gewiß an verschiedenen Theilen eines Frosches hervor bringen, ohne einigen Einschnitt in seine Haut zu machen, wenn der zu reitzende Theil des Frosches über eine Zinkplatte, oder Zinnfolie gelegt, und über denselben ein Stück Silber gebracht wird, bis alle drey in Berührung mit einander sind.

(Auf diese Art habe ich wirklich jederzeit ein Zusammenziehen hervorgebracht, wenn ich diese neue Art, auf Thiere zu wirken, anwendete, als ein

Zeichen von noch vorhandenem Leben in irgend einem Theile derselben. Sie blieben, während der ganzen Zeit, da der Versuch an ihnen gemacht wurde, beständig unter frischem Wasser, weil dies ihre naturlichste Lage war; und ihre Häute wurden so ganz als möglich gelassen, seitdem ich gefunden hatte, daß ihre Muskeln in wenigen Stunden ihre zusammenziehende Kraft verloren, und starr wurden, wenn sie ohne ihre Häute der Wirkung des Wassers ausgesezt wurden.)

Aber selbst hier geht die Flüssigkeit nicht in den Theil in einem so zerstreuten Zustande, wie es Anfangs scheinen könnte. Denn die Haut dieser Thiere ist überflüssig mit Nerven versehen, deren Stäme an verschiedenen Orten mit denjenigen in Gemeinschaft stehen, welche die Muskeln versorgen. Und das Zusammenziehen ist immer am stärksten, und wird am leichtesten erregt, wenn das Silber nach dem Gang der Nerven geführt wird, welche nach den Muskeln gehen.

Aus der zuvor erwähnten Begebenheit, daß ein Glied zum Zucken gebracht werden kann, wenn die Metalle keine sichtbare Verbindung mit irgend einem Theile desselben, außer dem Nerven haben, kann der vernünftige Zweifel entstehen, ob, in irgend einem Fall, eine Verbindung zwischen den Muskeln so wohl, als dem Nerven, und den Metallen, nothwendig ist, um ein Zusammenziehen hervor zu bringen.

Indessen veranlassen mich verschiedene Betrachtungen, zu glauben, daß eine solche Verbindung schlechterdings erfordert werde. Wenn die Berührung zweyer verschiedener Metalle allein hinlänglich wäre, um ein Zusammenziehen hervor zu bringen; so würde jederzeit ein Zusammenziehen Statt finden, wenn ein guter Leiter zwischen die Metalle und die Nerven allein gebracht würde. Aber ich habe in keinem Fall bemerkt, daß dieses erfolgt wäre.

Bey dem Versuch, wo der Schenkelnerve auf einer silbernen Sonde ruhen mußte, ist es nothwendig, daß das Stück Silber, mit welchem das Zink in Berührung gebracht wurde, entweder unmittelbar, oder durch irgend ein gutes leitendes Mittel, mit den Muskeln des Fußes, oder Schenkels, in Berührung gebracht wird, ehe irgend ein Zusammenziehen Statt findet. Und selbst in dem Versuch, wo Wasser die einzige Verbindung zwischen den Metallen, und den Anfang der Hüftnerven macht, muß man bemerken, daß dies nämliche Wasser, ebenfalls eine Verbindung zwischen den Muskeln macht, in welche sich diese Nerven vertheilen.

Aber die Thatsache, welche mir am entscheidendsten bey der Frage zu seyn scheint, ist folgende: Wenn ein Nerve, welcher auf einige Zeit von den umgebenden Theilen getrennt war, entweder sorg-

fältig mit einem Stück feinen Mousselin völlig abgetrocknet, oder, — wenn man seinem Bau dadurch zu schaden glauben sollte, — in der Schwebe erhalten worden, bis seine Feuchtigkeit verdunstet ist; so kann kein Zusammenziehen in den Muskeln, in welche er sich vertheilt, erregt werden, wenn er bloß mit zwey Metallen in Berührung mit einander berührt wird. Wenn er aber wieder mit einigen Wassertropfen befeuchtet wird; so erfolgt augenblicklich ein Zusammenziehen; und auf diese Art läßt sich, durch abwechselndes Abtrocknen und Anfeuchten des Nerven, ein Zusammenziehen, nach Belieben eine beträchtliche Zeit lang hemmen und erneuern.

Freylich könnte man behaupten: die Feuchtigkeit erweiche, und gebe der vertrockneten Zellhaut um die Fibern, aus welcher der Stamm eines Nerven besteht, Elektricität und freye Ausdehnung zurück; weil durch Aufhebung des Zwangs ihre Organisation wieder freyes Spiel hat.

(In dem ersten Bande seines Werks von Giften erwähnt Herr Fontana einiger Begebenheiten, von welchen manche glauben können, als ob sie dieser Erklärung beträchtlich zu Hülfe kämen. Die mikroskopischen Aale, welche im trocknen und unreinen Weizen gefunden werden, — die Seta equina, oder Gordius, nach Linne', — und der Radpolype, werden alle, wenn sie trocken sind, dem Anschein nach, tod; erhalten aber wieder Bewe-

gung und Leben, wenn sie mit Wasser befeuchtet werden. Einer der letztern wurde von Herrn Fontana auf eine Glasscherbe gelegt, und während eines ganzen Sommers, der Mittagssonne ausgesetzt. Er wurde so trocken, daß er einem verhärteten Stück Leim gleich war. Aber einige Tropfen Wasser brachten ihn unfehlbar wieder zum Leben. Ein anderer erholte sich auf diese Art, nachdem er anderthalb Jahre lang eben so der Sonne ausgesetzt gewesen war.

Vater Gumillo, ein Jesuit, und die Indianer in Peru, werden von dem nämlichen Schriftsteller, auf Bonguers Zeugniß, angeführt, indem sie von einer großen und giftigen Schlange reden, welche in ihrem todten Zustande, und wenn sie in der freyen Luft, oder in dem Rauch eines Kamins, getrocknet worden, die Eigenschaft besitzt, daß sie wieder zum Leben kommt, wenn sie auf einige Tage, in einem stehenden und verdorbenen Wasser, der Sonne ausgesetzt wird.

Aber es erfordert beynah die Leichtgläubigkeit eines Indianers, wenn man dem Zeugnisse des Jesuiten glauben soll.)

Wenn man aber bemerkt, daß in jedem andern Fall, wo ein Zusammenziehen durch die gegenseitige Berührung der Metalle hervorgebracht wurde, eine leitende Substanz zwischen ihnen und den Muskeln so wohl, als zwischen ihnen und dem Nerven, befindlich war; so glaube ich, es würde unphilosophisch seyn, wenn man nicht zugeben wollte, daß, in dem angeregten Fall, die an der Oberfläche des

Nervens hängende Feuchtigkeit, jene erforderliche Verbindungen zwischen den Metallen und den Muskeln mache.

Ich erzähle die folgende Begebenheit an dieser Stelle, nicht nur, weil sie die oben geäußerte Meynung ferner bestätigt, sondern weil sie zugleich ein Beyspiel liefert, wo Isolirung die Wirkung der Metalle verminderte. Ich hatte einmal den fast erschöpften Schenkel eines Frosches auf meine Hand gelegt, nebst einem Stück Zink in blosser Berührung mit seinem Nerven, und als ich beydes mit einer silbernen Sonde berührte, so erfolgte ein ziemlich starkes Zusammenziehen, selbst wenn der Nerve sich trocken zeigte; wenn aber der Schenkel so wohl, als die Metalle, in dieser Lage, vermittelst Glas und Siegellack isolirt wurden, so war das Zusammenziehen kaum bemerklich. Es könnte scheinen, als ob meine Hand, in diesen Fällen, die Stelle der Feuchtigkeit in dem andern ersetzt hätte, und das leitende Mittel zwischen den Muskeln und Metallen gewesen wäre.

Diese Gemeinschaft der Muskeln mit dem Nerven, vermittelst der Metalle wurde vom D. Valli für einen so wesentlichen Umstand zur Hervorbringung von Galvani's Erscheinungen angesehen, daß er, bey der Voraussetzung, daß sie durch die Wirkung der elektrischen Flüssigkeit veranlaßt würden,

dadurch auf die Hypothese gekommen zu seyn scheint, welche er zur Erklärung derselben aufgestellt hat.

In Erinnerung, daß keine elektrische Erscheinung Statt finden könne, als zwischen den entgegengesetzten Zuständen bejahter und verneinter Elektricität, oder mit andern Worten, wo das Gleichgewicht in der Vertheilung der elektrischen Flüssigkeit gestört ist, nimmt er als eine Verrichtung der Nerven an, daß durch sie dieses Gleichgewicht gehoben werde, indem sie die elektrische Flüssigkeit aus den innern Theilen der Muskeln beständig herauspumpen, — dies ist sein eigener Ausdruck; — und sie dadurch, in Bezug auf ihre äußere Fläche; verneint machen. Das Gehirn nimmt er für das gemeinschaftliche Behältniß dieser Flüssigkeit. Die Metalle scheint er als Leiter zu betrachten, welche zwischen der Aussenseite der Muskeln und ihrer Nerven angebracht sind; und den schnellen Uebergang der Flüssigkeit, zur Wiederherstellung des Gleichgewichts, als die Ursach des Zusammenziehens.

Er glaubt seine Voraussetzung aus den folgenden Umständen zu beweisen;

1) aus der Zwischenzeit, welche gewöhnlich zwischen jedem Zusammziehen Statt findet; welche Zwischenzeit, nach seiner Meynung, zur Herstellung des gestörten Gleichgewichts nöthig ist;

2) aus der Beobachtung, daß Fischer, um ihre Fische gegen Fäulniß zu verwahren, ihnen das Gehirn zerdrücken, und durch diese Unterbrechung des Mittels zwischen den äußeren und inneren Flächen der Muskeln, jene wiederholten Ausleerungen der elektrischen Flüssigkeit hindern, welche, nach Doktor Valli, ihre Fäulniß beschleunigt;

3) aus der Bemerkung, daß gewöhnlich, wenn der Hüftnerve auf der einen Seite eines lebendigen Frosches getrennt, der andre ganz, und in Verbindung mit dem Gehirn gelassen, und beyde bewafnet und gleich stark gereitzt wurden, der Schenkel, in welchem der Nerve getrennt worden, seine zusammenziehende Kraft länger behielt, als der andere.

Aus diesem gut ausgedachten Versuch schließt er gleichfalls, thierische Elektricität sey der Grundstoff des Lebens; auf der Seite, wo der Nerve ganz blieb, sey sie den Muskeln entzogen, und im Gehirn abgesetzt worden; und weil dieses unmöglich auf der andern Seite, wo der Nerve getrennt war, Statt finden konnte, so sey sie in dem Glied geblieben, und habe es zur Verkürzung fähig gemacht.

Wenn, was ich einst glaubte, unstreitig wahr wäre, daß ein Zusammenziehen in einem Gliede erregt werden könne, ohne weitere Gemeinschaft der

Metalle mit demselben, als vermittelst eines Nerven; so würde dieser Umstand allein eine hinlängliche Widerlegung der Hypothese des D. Valli abgeben. Da ich aber bereits gezeigt habe, daß kein Zusammenziehen auf diese Art, bey irgend einem Versuch, welchen ich angestellt hatte, erfolgte, wenn keine Feuchtigkeit, die eine Verbindung zwischen den Metallen und Muskeln machte, an der Oberfläche des Nervens hängen blieb; so wird es nöthig, daß man sich nach minder zweifelhaften Beweisen umsehe.

Der Doktor hätte bedenken sollen, daß in den Fällen, wo das Gleichgewicht in der Vertheilung der elektrischen Flüssigkeit zerstört worden, nichts weiter zur Herstellung der gleichen Vertheilung erfordert wird, als daß eine einzige leitende Substanz zwischen dem Orte, wo sie angehäuft ist, und zwischen dem, wo sich ein Mangel findet, angebracht werde; da bey den Erscheinungen, welche er zu erklären sucht, zwey leitende Substanzen zu dieser Absicht nöthig sind.

Wenn ein getrenntes Glied unter Wasser gebracht wird; so könnte man natürlich glauben, daß wegen der vollkommenen Verbindung, welche alsdann zwischen den äußeren Flächen der Muskeln und ihrer Nerven entsteht, keine Störung des Gleichgewichts möglicher Weise Statt finden könne; gleichwol finden wir, daß Galvani's Erscheinungen

sogar noch leichter in dieser Lage hervorgebracht werden, als wenn so wohl Muskeln, als Nerven, von einer umgebenden Feuchtigkeit frey sind.

Der folgende Versuch wurde in der Absicht angestellt, das Gleichgewicht der elektrischen Flüssigkeit, in verschiedenen Theilen eines Frosches, so vollkommen als möglich zu machen.

Nachdem der Kopf eines Frosches von seinem Rumpf getrennt worden, so wurde der letztere auf eine Zinkplatte in den Händen einer Person auf einen isolirten Stuhl gelegt, welcher mit dem ersten Leiter einer Elektrisirmaschine in Verbindung stand. Die Maschine wurde in Bewegung gebracht und die Person so wohl, als der Frosch, bejaht elektrisirt. In diesen Umständen konnten keine Funken aus dem Frosche von der Person, welche ihn hielt, gezogen werden; auch konnte keine andre elektrische Erscheinung zwischen ihnen Statt finden. Wenn aber ein Stück Silber über verschiedene Theile eines Frosches geführt, und zu gleicher Zeit in Berührung mit der Zinkplatte gebracht wurden; so entstand gleichförmig ein Zusammenziehen, welches weder an Stärke, noch an Menge, von dem unterschieden war, welches erregt wurde, wenn künstliche Elektricität entfernt blieb.

Der Erfolg war genau der nämliche, wenn der Frosch, und die Person, welche ihn hielt, vereint

elektrisirt wurden. Dieser Versuch wurde oft wiederholt.

Der folgende Versuch wurde angestellt, um zu sehen, ob die Wirkung, welche an dem Frosch durch den Antritt der künstlichen Elektricität aus irgend einem Theil seines Körpers hervorgebracht wurde, sich dadurch verstärken ließe, wenn zwey verschiedene Metalle als Leiter gebraucht würden.

Ein Frosch wurde, nach und nach, auf eine Anzahl verschiedener Metalle gelegt, auf Glas isolirt, und durch Gemeinschaft mit dem ersten Leiter einer Elektrisirmaschine bejaht elektrisirt. Das Zusammenziehen, welches in dem Frosch unter diesen Umständen dadurch erregt wurde, daß Funken aus ihm, mit andern Metallen, als diejenigen waren, auf welchen er lag, gezogen wurden, war nicht im geringsten stärker, als jenes, welches dadurch entstand, daß ähnliche Funken aus demselben, mit Leitern von dem nämlichen Metall, gezogen wurden.

Um eine Gemeinschaft zwischen zwey entgegengesetzten Elektricitäten, zum Beyspiel, zwischen den beyden Seiten einer geladenen Flasche, zu bewirken, ist der Umstand gleichgültig, an welche der Leiter zuerst angebracht wird; aber keineswegs in dem Fall mit Muskeln und bewafneten Nerven. Denn, wie der eine Arm eines Leiters an die Zinnfolie, womit ein Nerve gewafnet ist, angebracht wird, ehe der andre Arm an die Muskeln gebracht

worden, so unterbleibt sehr häufig das Zusammenziehen. Wenn er zuerst an die Muskeln gebracht wird; so ist dies selten der Fall.

Was die Zwischenzeiten der Ruhe betrifft, welche mit dem Zusammenziehen wechseln, und von welchen der Doktor glaubt, daß sie von den Nerven benutzt würden, um das zerstörte Gleichgewicht zwischen den äußern und innern Flächen der Muskeln wieder herzustellen; so lassen sich diese vielleicht auf eine andre Art erklären.

Wir finden, daß sie mit wirklich erregten Zuckungen wechseln. Es läßt sich schwer begreifen, daß heftige Zuckungen nicht gewissermaßen, wenn auch noch so gering, die innere Organisation der Muskelfibern in Unordnung bringen sollten; und einige Zeit muß nothwendig vergehen, ehe ihre Spannkraft die organischen Bestandtheile derselben in die verhältnißmäßige Lage gegen einander zurückbringt, welche sie zu einem abermaligen Zusammenziehen geschickt macht.

Diese Erklärung gründet sich auf Beobachtung der Thatsachen. Herzen, welche aus der lebendigen Brusthöle genommen, und der Wirkung eines starken Reitzmittels ausgesetzt wurden, zucken eine Zeit lang sehr lebhaft und werden dann gegen alles, was ferner an sie gebracht wird, gleichgültig. Wenn sie alsdann von dem Reitzmittel entfernt, und auf einige Zeit entweder in kaltes Wasser, oder an die

freye Luft gebracht werden; so bemerkt man, daß sie von neuem die Wirkung der Reitzmittel annehmen, und wieder zucken.

Herr Coleman macht in seiner vortreflichen Abhandlung über gehemmtes Athmen, eine Bemerkung, zu deren Bestätigung ich häufig Gelegenheit hatte; daß bluterfüllte Herzen, in welchen kein Zusammenziehen erregt werden kann, durch Ritzung ihrer Oberfläche mit einem spitzigen Werkzeug, von freyen Stücken sich zusammen ziehen, wenn eins der großen Gefäße in einiger Entfernung von denselben so geschnitten wird, daß sich einiges Blut ausleert.

Die Organisation wird in diesem Falle durch die Entfernung des Reitzes der Spannung, welche sie in Unordnung gebracht hatte, wieder hergestellt. Selbst bey dem lebendigen und unbeschädigten Thier, erneuert sich das Zusammenziehen des Herzens nicht gleich bey dem ersten Einfluß des Bluts. Einige Zeit muß vergehen, ehe es sich von der durch das vorige Zusammenziehen entstandenen Störung erholt.

Ich habe zu wiederholten Mahlen, vermittelst Zinks und Silbers, ein Zusammenziehen in dem Schenkel eines Frosches hervorgebracht, dessen Kopf vor mehr als drey Tagen, von seinem Rumpf war getrennt worden. Das Behältniß für die elektrische Flüssigkeit war in diesen Fällen entfernt worden.

Jetzt fuhren die Nerven entweder fort, sie aus den innern Theilen der Muskeln hervor zu ziehen, oder nicht. Im ersteren Fall müßten sie, da sie kein Verhältniß mehr hatten, in welchem sie ihre Elektricität absetzen konnten, positiv elektrisirt geblieben seyn; und da sie in dem nämlichen Zustande blieben, wie die äußere Fläche der Muskeln, so hätte nach der Hypothese kein Zusammenziehen durch Anlegen der Metalle hervorgebracht werden können. Aber dieses ist wider die Erfahrung.

Wird hingegen behauptet, ihre Pumpkraft habe aufgehört; so müßte das erste Anlegen der Metalle, welches ein Zusammenziehen hervorbrachte, nach Widerherstellung des Gleichgewichts, welches hernach nicht gestört werden konnte, die Möglichkeit jedes ferneren Zusammenziehens verhindert haben. Aber auch dieses war der Erfahrung zuwider.

Dieser Beweiß scheint mir alles dasjenige zu entkräften, was man zur Behauptung der Hypothese aus dem vorhin angeführten Versuch etwa hätte nehmen können, bey welchem die Metalle gleichmässig an beyde Hüftnerven gebracht wurden, nachdem man einen derselben getrennt hatte. Indessen könnte ich bemerken, daß der Schmerz, welcher nothwendig durch Bewaffnung eines Nerven entstand, dessen Gemeinschaft mit dem Gehirn nicht gestört war, die weit schnellere Erschöpfung der

Muskeln, zu welchen er gehörte, in Vergleichung mit denen, auf welche durch keinen so starken neuen Reitz gewirkt wurde, vollkommen erklären würde. Da Erfahrung indessen immer befriedigender ist, als Beweiß; so will ich den folgenden zufälligen Versuch, zur Bestätigung der Wichtigkeit der vorhergehenden Beobachtung, erzählen.

Vier Tage später, als ich den Schenkelnerven eines weiblichen Frosches, voll von Laich, getrennt hatte, fand ich das Thier todt; es hatte noch am Abend zuvor Spuren von Leben gezeigt. Das Anlegen der Metalle an denjenigen Schenkel, dessen Nerve nicht getrennt war, erregte nicht das geringste Zusammenziehen; wenn sie aber an den andern Schenkel gebracht wurden, in welchem der Nerve getrennt war, so konnte ein ziemlich starkes Zusammenziehen, mehr als zwölf Stunden, nachdem das Thier gefunden wurde, hervorgebracht werden. Die Laichzeit war über eine Woche früher, als dieses vorfiel, geendigt; und da dieser Frosch lang ohne einen männlichen Gehülfen geblieben war, so läßt sich glauben, daß sein Tod durch die Zurückhaltung ihres Laichs veranlaßt worden, da er in einem sehr aufgelößten Zustand gefunden wurde.

Der Schmerz, welcher vor einem solchen Tod nothwendig vorher ging, konnte die verschiedenen Theile des Thiers bloß vermittelst seiner Nerven treffen; und hieraus entstand die Befreyung jenes

Theils von seinen Wirkungen, nach welchem die Gemeinschaft durch Nerven gestört worden war.

Die nämliche Bemerkung läßt sich auf jenen Beweiß anwenden, welchen D. Valli, zur Behauptung seiner Hypothese, von der Gewohnheit der Fischer entlehnt hat. Durch Zerstörung des Gehirns nehmen sie alles Gefühl von Schmerz hinweg, und verhindern folglich jene Erschöpfung, welche so bekanntlich zur Fäulniß geneigt macht.

Sollte daher jemals bewiesen werden, daß die von Galvani entdeckten Erscheinungen Folgen von der Wirkung der Elektricität sind; so kann ich doch nicht glauben, daß D. Valli's Hypothese für eine befriedigende Erklärung der Art, nach welcher sie dieselben hervorbringt, gehalten werden könne.

So groß indessen die Aehnlichkeit ist, welche in manchen Stücken diese Flüssigkeit mit Elektricität hat; so müssen, dünkt mir, immer noch wichtige Zweifel wegen ihrer Einerleyheit übrig bleiben.

Die Gründe dieser Zweifel würden sich am besten zeigen, wenn die verschiedenen Punkte der Aehnlichkeit und Verschiedenheit zwischen dieser Flüssigkeit, zwischen der Elektricität, und jener Kraft, welche den Torpedo, den Gymnotus, und den Silurus kenntlich macht, genau und vollständig angegeben würden; aber ich kann hier nicht

mehr versprechen, als einen sehr unvollkommenen und flüchtigen Entwurf derselben.

Um künstliche Elektricität zu häufen, — wenn mir der Gebrauch eines solchen Ausdrucks erlaubt ist, — scheint es nothwendig, daß Bewegung zwischen zwey Substanzen, einer elektrischen und einer leitenden Statt finde.* Aber weder Bewegung, noch elektrische Substanzen haben an Hervorbringung jener Flüssigkeit einigen Antheil, welche die erwähnten Erscheinungen veranlaßt. Die Bewegung ist hier die Wirkung, und nicht die Ursach der Anhäufung; und anstatt einer einzigen leitenden Substanz von irgend einer Art, scheinen zwey metallische Substanzen schlechterdings erforderlich zu seyn.

(Seit der Zeit da dasjenige, was ich bereits über diese Materie geschrieben hatte, zum Druck abgegangen war, erfuhr ich durch einen Freund, Doktor Lind aus Windsor habe gefunden, daß ein Zusammenziehen in einem Frosch durch bloßes Berühren mit Eisen hervorgebracht werden könne. In einem ganz frisch getödtetem Frosch habe ich selber bisweilen ein Zusammenziehen erregt, wenn ich seine Nerven mit Eisen und Stahl in Verbindung berührte. Aber ich kann dieses keinesweges als einen befriedigenden Beweis ansehen, daß ein Zusammenziehen durch die Berührung mit einem einzigen Metall erregt werden könne; indem ich niemals im Stande gewesen war, ein Zusammenziehen mit einem Stück Eisen von durchaus glei-

cher Beschaffenheit zu erregen, wenn es an einen Frosch gebracht wurde, welcher so lang todt gewesen war, daß man keine Vermuthung hatte, das Zusammenziehen aus mechanischem Reitz zu erklären. Bey Doktor Valli's Versuch mit einer Scheere von schlechtem Stahl, an einem frischgetödteten Frosch, scheint auf diese Umstände nicht hinlänglich geachtet worden zu seyn.)

Von welcher Beschaffenheit jene Flüssigkeit seyn mag, welche der Zitteraal, und die übrigen genannten Thiere besitzen; so scheint sie so wohl in Absicht auf ihre Hervorbringung, als Behandlung, gänzlich von dem Willen dieser Thiere abzuhängen; wie sich dieses nicht nur aus dem Zurückziehen ihrer Augen in ihre Hölen, wenn sie eine Erschütterung geben wollen, sondern auch aus dem Umstand abnehmen läßt, daß jede Erschütterung verstärkt, vermindert, oder zurück gehalten wird, je nachdem sie gereitzt werden, oder ein Hinderniß bey Aeußerung derselben befürchten. Aber der Wille eines Thiers hat keinen Theil an Hervorbringung der von Galvani entdeckten Erscheinungen.

Auf der Stufe elektrischer Leiter steht Holzkohle höher, als die Säfte thierischer Körper; und Eis höher, als die metallischen Salze. Aber für die Flüssigkeit, von welcher hier die Rede ist, habe ich thierische Säfte, und metallische Salze, als vortrefliche Leiter befunden; da ich zu gleicher Zeit nie bemerkt habe, daß sie durch Kohlen, oder selbst

durch trocknes Holz hindurch geht. Auch habe ich Grund zu glauben, daß sie nicht durch Eis geht. Eis ist freylich nur ein unvollkommener Elektricitätsleiter, wenn es von Luftblasen frey ist, und wenn die Versuche damit in einem sehr niedrigen Grade der Temperatur angestellt werden. Indessen sagt uns Herr Achard, daß es Elektricität leitet, selbst wenn Reaumur's Thermometer sechs Grad unter Null steht.

Aber die Temperatur des Zimmers, in welchem ich meine Versuche machte, war wenigstens fünf und funfzig Grad über Fahrenheits Null. Ich könnte ebenfalls den Leser an jenen Versuch erinnern, bey welchem der Leib eines Frosches mit Quecksilber gefüllt, und ein silberner Stab durch denselben nach den Hüftnerven geführt wurde. Ein Stück Zink, welches so wohl das Quecksilber, als das Silber berührte, erregte kein Zusammenziehen; da hingegen ein weit lebhafteres hervorgebracht wurde, als ich Wasser anstatt Quecksilbers nahm. Ein Beweis, wofür ich es nehme, daß Wasser ein besserer Leiter für diese Flüssigkeit ist, als Quecksilber; aber für Elektricität hält man Quecksilber für einen besseren Leiter, als Wasser.

Herr Cavendish sagt uns, Herr Walsh habe gefunden, daß die Erschütterung des Zitteraals nicht durch eine kleine messingene Kette hindurch gehe;

aber die von Galvani entdeckte Flüssigkeit geht, ohne merkliche Abnahme ihrer Wirkungen, durch eine kleine messingene Kette von mehreren Zollen in der Länge, wenn sie so dicht angezogen wird, daß ihre Glieder in genaue Berührung mit einander gebracht werden; und sie geht durch eine goldne Kette, wenn sie von zwey Personen gehalten wird, und wenn man sie in einer beträchtlichen Biegung hängen läßt.

Wenn uns indessen erlaubt ist, die verhältnißmäßige Stärke der beyden Flüssigkeiten aus den Wirkungen zu beurtheilen, welche sie auf Thiere hervorbringen; so muß die Flüssigkeit des Zitterfisches für die stärkste anerkannt werden; und ich finde keinen andern Weg, den Umstand zu erklären, daß ihr Durchgang ein unüberwindliches Hinderniß findet, da die andre fast gar keins antrifft, außer wenn man annimmt, daß sie wirklich in ihrem Wesen verschieden sind.

D. Valli sagt uns, er habe bemerkt, daß die Haare einer Maus, wenn sie mit den Nerven von Fröschen durch die Zinnfolie, womit er sie umgeben hatte, verbunden wurden, abwechselnd einander zogen, und fortstießen, sobald als ein anderes Metall so angebracht wurde, daß ein Zusammenziehen in den Fröschen entstand.

Diesen Versuch habe ich mehrere Mahle wiederholt, so wohl auf die vom Doktor beschriebene

Art, als auch mit allen Abänderungen, in der Lage der Haare, die ich nur ersinnen konnte; aber sie mochten auf die Metalle, auf die Nerven, oder auf alle zugleich gelegt werden, so war es weder mir, noch meinen mir helfenden Freunden möglich, in irgend einem Fall auch nur die mindeste Bewegung an ihnen zu bemerken.

Ich habe ähnliche Versuche an einem Hunde, und an einem großen und lebhaften Rochen gemacht, indem ich auf die nämliche Art, wie bey den Maushaaren, Faden von dem feinsten Flachs, Schwandünen und Goldblättchen, anbrachte; aber ohnerachtet dies in dem Rochen, durch die Berührung der Metalle, hervorgebrachte Zusammenziehen so stark war, daß das Thier von dem Tisch hüpfte, so zeigte sich doch nicht die geringste Spur von Elektricität.

Zunächst hing ich an einen, in das Getäfel eines engen Zimmers befestigten gläsernen Stab einige Faden, fünf Fuß in der Länge, von dem Flachs, welchen ich bey dem vorigen Versuch gebraucht hatte; und brachte einige frisch getödtete, und auf Glas isolirte Frösche, so nah an dieselben, als möglich, ohne sie zu berühren; aber die Faden blieben bey dem in den Fröschen hervorgebrachten Zusammenziehen ganz unverändert.

In dieser Rücksicht also kommt diese Flüssigkeit mit der Flüssigkeit des Zitterfisches u. s. w. überein.

So viel als ich weiß, ist bey der Untersuchung von beyden kein Gebrauch von Herrn Volta's Werkzeug gemacht worden, vermittelst dessen ein sehr geringer Grad von Elektricität gesammelt, verdichtet, und bemerklich gemacht wird.

Und wirklich bin ich nicht sicher, ob nicht bey einer solchen Prüfung dieser neu entdeckten Flüssigkeit, eine hinlängliche Menge von Elektricität, blos durch die Bewegung der Thiere, an welchen der Versuch gemacht wird, hervorgebracht werden möchte, um einigen Irrthum in den daraus hergeleiteten Folgen zu veranlassen. Gewiß ist indessen, daß wenn gleich diese Flüssigkeit keine Aenderung in dem Elektrometer bey diesen Versuchen hervorbrachte, sie dennoch unendlich stärkere Wirkungen an einem Thier äußerte, als alle diejenigen, welche durch eine hinlängliche Menge von Elektricität, um ein Elektrometer in einem sehr hohen Grade zu verändern, hervorgebracht werden könne.

Häufig hatte ich die Schenkelnerven von Fröschen bis auf eine gewisse Länge getrennt, sie über einen silbernen Stab gelegt, und ein gerieben Stück Glas oder Siegellack, nach der ganzen Länge dieses Stabs, daran gebracht. Die schlechtesten Elektrometer wurden dadurch in beträchtlichen Entfernungen geändert; aber niemals war ich auf diese Art im Stande, ein Zusammenziehen hervor zu brin-

gen, außer wenn ich den Stab auf den geriebenen Cylinder einer kräftigen Elektrisirmaschine legte.

Diese neue Flüssigkeit hat ebenfalls die Aehnlichkeit mit der Flüssigkeit des Zitterfisches, daß sie ihre Wirkungen fast eben so gut äußert; wenn sie so wohl, als der Gegenstand, auf welchen sie wirket, von umgebenden Leitern isolirt ist. Aber ein Versuch, wie jener, welchen ich erzählt habe, da so wohl der Frosch, als die an ihn gebrachten Metalle, isolirt und bejaht elektrisirt wurden, ist niemals, so viel als mir bekannt ist, mit dem Zitterfisch angestellt worden.

Beyde Flüssigkeiten stimmen auch darin überein, daß sie keine so starke Wirkung hervor bringen, wenn der Gegenstand, auf welchen sie wirken, unter Wasser getaucht wird, als wenn er in freyer Luft ist. Wenn der getrennte Schenkel eines Frosches unter Wasser gelegt wurde, und einen Theil der Kette ausmachte, durch welche dieses zur Flüssigkeit gehen mußte, um einen andern Schenkel zu reitzen; so zuckte er niemals; wohl aber, und zwar stark, wenn er über der Fläche gehalten wurde, wie ich bereits zu bemerken Gelegenheit hatte. Und Herr Walsh sagt uns, die Erschütterung des Zitterfisches sey viermal stärker in der Luft, als wenn sie unter Wasser gegeben wird.

Diese Flüssigkeit unterscheidet sich so wohl von der Flüssigkeit des Zitterfisches u. s. w., als von der

Elektricität, indem sie, wenigstens im Menschen, keine Empfindung hervor bringt, die nur im geringsten mit der von einer elektrischen Erschütterung ähnlich wäre.

In Bezug auf den von Herrn Totugno erzählten einzelnen Fall, ist zu vermuthen, daß so wohl er selber, als alle diejenigen, welche Versuche von dieser Art wiederholt haben, schon längst überzeugt seyn müssen, daß er zu dem Glauben an eine Erschütterung, durch das Gefühl verleitet wurde, welches der Kampf des von ihm zerschnittenen Thieres hervorbrachte.

Daß eine gewisse Art von unangenehmer Empfindung dadurch sogar in Fröschen, unabhängig von jener, welche nothwendig von dem Reitze und von dem Zusammenziehen ihrer Muskeln entstehen muß, veranlaßt wird, ist aus ihrer Unruhe und aus ihren Aeußerungen von Unbehaglichkeit sichtbar. In andern Thieren sind diese Aeußerungen, wie ich in der Folge zu zeigen Gelegenheit haben werde, noch weniger zweydeutig; und bey dem Menschen können wir so wohl ihren Grad, als ihre Beschaffenheit zur Gewißheit bringen. Daß sie beträchtlich von solchen verschieden sind, welche durch Elektricität hervor gebracht werden, wird bewiesen werden, wenn ich von den Wirkungen dieser Flüssigkeit auf unsre Nerven zu reden habe.

Aber der wichtigste, und charakteristische Unterschied, welchen ich bis jetzt zwischen dieser neuen Flüssigkeit zu entdecken im Stande war, besteht in ihren Wirkungen auf die zusammenziehende Kraft der Thiere und Pflanzen. Das durch Elektricität erregte Zusammenziehen der Thiere pflegt jene Kraft, von welcher das Zusammenziehen abhängt, zu zerstören. Aber das durch angebrachte Metalle erregte Zusammenziehen hatte bey allen meinen Versuchen die ganz entgegen gesetzte Wirkung. Je häufiger ein Zusammenziehen auf diese Art erregt wurde, desto länger blieben sie reitzbar; und desto länger werden die Theile, mit welchen solche Versuche angestellt werden, gegen Fäulniß gesichert.

Eine Flüssigkeit, welche ein Zusammenziehen erregen könnte, ohne Erschöpfung zu veranlassen, war eine Erscheinung, die ich so wenig zu finden erwartete, und die so ganz wider dem von Galvani so wohl, als von D. Valli ihr gegebenen Charakter war, daß ich Anfangs gegen meine eigene Beobachtung der Begebenheit mißtrauisch wurde; aber die Menge von ähnlichen Versuchen, welche ich in der Folge zu machen Gelegenheit hatte, wie wohl in andern Absichten, als um den streitigen Punkt zur Gewißheit zu bringen, überzeugte mich, daß diese Flüssigkeit so wenig die zusammenziehende Kraft

der Muskeln zerstört, daß sie vielmehr zu ihrer Erhaltung beyträgt.

Wenn ein Frosch längst todt war, so verging oft mehr als eine Viertelstunde, ohne daß ich ein einziges Zusammenziehen durch Anlegung der Metalle hervor bringen konnte; aber hernach zeigte sich ohne die geringste Aenderung der gebrauchten Mittel ein Zusammenziehen, welches allmählich immer lebhafter wurde.

Man sagt, — denn ich selber hatte nie Gelegenheit, den Versuch zu machen — daß ein durch die empfindliche Pflanze geführter Strom von Elektricität, ein fast unmittelbares Zusammenfallen ihrer Blätter verursache. Aber die von Galvani entdeckte Flüssigkeit verursachte bey dem folgenden Versuch keine solche Wirkung. Nachdem ich den Schenkel eines Frosches von seinem Körper getrennt hatte; so befreyte ich seinen Schenkelnerven von den anliegenden Theilen, und hielt ihn mit der einen Hand über dem Ende einer Sonde. Ein Gehülfe legte ein Stück Silber unter seinen Fuß, womit er berührt werden sollte. Eine empfindliche Pflanze war das Mittel der Verbindung zwischen uns. Er hielt das Ende ihres Stammes zwischen seinen Fingern, indem ich die Spitze hielt; so daß, als das Silber mit dem Zink berührt wurde, die Flüssigkeit die Pflanze hinan, und durch ihren ganzen Stamm ging. Der Schenkel des Frosches zuckte augenblicklich; und es erfolgte jedesmal ein Zusammenziehen

so bald als das Silber und Zink in Berührung kamen; aber die Blätter der Pflanze fielen nicht zusammen; auch dann nicht, wenn einige ihrer Zweige einen Theil der Kette ausmachten.

Indessen muß ich gestehen, daß die Pflanze, an welcher dieser Versuch gemacht wurde, überwintert hatte. Mit einer jungen möchte vielleicht der Erfolg verschieden ausfallen; aber eine solche hatte ich mir bis jetzt noch nicht verschaffen können.

Der Zitteraal scheint von der Flüssigkeit, welche er hervorbringt, ganz und gar nichts zu leiden. Thiere, an welchen Galvani's Erscheinungen hervorgebracht wurden, litten eine starke Veränderung. Aus diesem Umstand, und noch mehr, weil zu ihrer Hervorbringung die Gegenwart von Metallen durchaus erforderlich ist, können manche zu dem Glauben verleitet werden, daß die Flüssigkeit, welche sie verursacht, etwas außerhalb den Thieren befindliches sey, und daß sie bloß aus der gegenseitigen Berührung der Metalle entstehe.

Ich muß gestehen, ich war eine Zeit lang geneigt, dieser Meynung beyzutreten; und ihre Wahrscheinlichkeit schien nicht wenig durch die Beobachtung zu gewinnen, daß ihre Wirkungen sich mit den dabey gebrauchten Metallen änderten, und am stärksten waren, wenn ihre Oberfläche ausgedehnt und in horizontaler Richtung aneinander gelegt wurde. Ich kam daher auf die Vermuthung irgend

einer bisher noch unentdeckten Eigenschaft der Metalle; denn, daß es keine elektrische Erscheinung war, schien durch den oben erzählten Umstand noch mehr bestätigt zu werden. Durch die sehr wichtigen Entdeckungen des Herrn Volta ist bewiesen, daß überall, wo die Fähigkeit, Elektricität zu fassen, größer ist, die Stärke der Elektricität desto geringer ist; — und daß die Fassungskraft eines Leiters vermehrt wird, wenn er, anstatt völlig isolirt zu bleiben, an einen andern nicht isolirten Leiter gebracht wird; und diese Vermehrung ist desto sichtbarer, je größer die Flächen dieser Leiter sind, und je mehr sie sich einander nähern.

Wenn daher eine Silberplatte, welche mit dem Schenkel eines Frosches Gemeinschaft hatte, auf Glas gelegt, und eine Zinkplatte in horizontaler Richtung auf dieselbe herab gesenkt wurde; so mußte bey beyden die Fähigkeit für jede Elektricität, welche sie enthalten mochten, so sehr vermehrt worden seyn, daß niemand vermuthen wird, das Zusammenziehen des Schenkels des Frosches sey durch irgend eine Ausleerung der elektrischen Flüssigkeit aus ihnen veranlaßt worden.

So wenig sind wir zu der Vermuthung berechtigt, daß das Zusammenziehen dadurch veranlaßt worden, weil die Metalle die elektrische Flüssigkeit dem Schenkel entzogen hätten; denn, da der Schenkel isolirt war, so konnte er unmöglich

einen neuen Vorrath von Elektricität bekommen, nachdem er durch die Metalle seines natürlichen Vorraths beraubt war; und folglich würde, nach einem einmaligen oder zweymaligen Zusammenziehen, kein ferneres Zucken Statt gefunden haben; aber dies widerspricht der Erfahrung.

Ich habe vorher gezeigt, daß Goldblättchen, wenn sie zwischen die Metalle gelegt wurden, durch ihre Näherung an einander, keine Aenderung litten; und daß überdem eine Menge von Elektricität, welche stark genug war, um auf ein Elektrometer zu wirken, nicht Kraft genug hatte, ein Zusammenziehen in den Muskeln eines Frosches hervor zu bringen.

Daß indessen diese Flüssigkeit, von welcher Art sie auch seyn mag, nicht blos von den Metallen abgeleitet wird, sondern daß Thiere wenigstens zu ihrer Erzeugung nicht nur beytragen, sondern auch ihr Daseyn anzeigen, wird, nach meiner Meynung, durch dasjenige sehr wahrscheinlich gemacht, was ich bereits über die Nothwendigkeit einer Verbindung zwischen den Metallen und den Nerven, gesagt habe.

Ich könnte gleichfalls bemerken, daß Thiere eine weit vollständigere Gewalt über ihre Wirkungen zu haben scheinen, als man bey ihnen über eine Flüssigkeit erwarten konnte, die völlig außer ihnen ist.

Wenn lebendige und ganze Frösche auf eine Zinkplatte, oder Zinnfolie gelegt werden, und ein Stück Silber oder Gold, über verschiedene Stellen ihrer Schenkel, oder Hüften geführt wird, bis es mit der Platte in Berührung kommt; so entsteht sehr selten ein Zusammenziehen, und fast niemals, wenn die Frösche gesund und auf ihrer Hut sind. Aber in dem Augenblick, da ihre Hüftnerven getrennt werden, ist das hervorgebrachte Zusammenziehen so frey und lebhaft, als wenn die Schenkel völlig von dem Körper getrennt worden wären. Dieser Unterschied ist nicht dem Umstand zuzuschreiben, daß das Silber in Berührung mit der Wunde kam, welche gemacht werden mußte, um den Nerven zu trennen; denn ich hatte jederzeit dafür gesorgt, daß dies nicht geschah; und wenn es wirklich geschah, so erfolgte kein Zusammenziehen, wofern der Nerve nicht getrennt worden.

Wenn der Kopf eines Thiers abgenommen, oder der Einfluß seines Willens auf die Muskeln des gereitzten Theils, auf irgend eine Art gehemmt wird, so entsteht genau die nämliche Wirkung. Aber der Wille ist nicht im Stande, die Wirkungen der Elektricität zu hindern, wenn die Elektrcität sonst stark genug ist, ein Zusammenziehen der Muskel zu erregen. Ich habe zu wiederholtenmalen gefunden, daß ich, selbst durch das stärkste willkührliche Zusammenziehen der Muskeln meines Arms,

nicht im Stande war, dies Unwillkührliche, welches durch elektrische Funken verursacht wurde, zugleich zu hindern; auch habe ich nicht gefunden, daß Frösche es jemals hindern konnten.

Bey sorgfältiger Beobachtung des Zustandes der Muskeln der Schenkel lebendiger Frösche in dem Augenlick, da die Metalle angelegt wurden, konnte ich aus dem Berühren merken, daß bey manchen Fröschen, wie wohl keinesweges bey allen, ihre Muskeln vollkommen weich und erschlafft waren; ein Beweiß, daß sie andre Mittel haben, dem unwillkührlichen Zusammenziehen, welches die Metalle hervor zu bringen streben, entgegen zu arbeiten, als daß sie ihre Muskeln in einem Zustande eines fortwährenden und willkührlichen Zusammenziehens erhalten.

Zweyter Abschnitt.

Hat Magnetismus einigen Antheil an den von Galvani entdeckten Erscheinungen?

Zur Antwort auf diese Frage habe ich wenig zu sagen, da die Versuche, welche sie veranlaßten, und welche ich anzustellen Gelegenheit hatte, nicht häufig waren.

Ich habe zu wiederholtenmalen so wohl mit dem natürlichen, als mit dem künstlichen Magnet, ein Zusammenziehen hervorgebracht; aber niemals konnte ich einen Unterschied zwischen diesem und demjenigen bemerken, welcher durch nicht magnetisirtes Eisen, oder durch ein Erz hervorgebracht wurde, welches eine gleiche Menge von Eisen, wie der natürliche Magnet, enthielt.

Wenn der getrennte Schenkel eines Frosches auf eine eiserne Platte gelegt, und ein Magnet in Berührung so wohl mit seinem Nerven, als mit der Platte, gebracht wurde; so erfolgte kein Zusammenziehen. Oft habe ich Frösche, nach allen Arten von Zubereitung, so nah als möglich an eine sehr empfindliche Magnetnadel gebracht; aber keine Veränderung in ihrer Richtung wurde in irgend einem Fall durch das von den Metallen erregte Zusammenziehen der Frösche verursacht.

Dritter Abschnitt.

In welchem Verhältniß steht die von Galvani entdeckte Flüssigkeit mit den Muskeln, und mit den Systemen der Nerven und Gefäße der Thiere?

Wenn ich eine Frage von dieser sehr viel befassenden Natur mir vorlege; so wird mir schwerlich zugemuthet werden, als ob ich jemals, auch nur auf einen Augenblick, die leere Erwartung gehegt hätte, daß ich im Stande wäre, sie vollkommen aufzulösen. Sie steht an der Spitze der folgenden Versuche, als der bequemste Hauptbegriff, unter welchen ich alles bringen konnte, was ich nicht nur ferner über die von Galvani entdeckte Flüssigkeit, sondern auch über die verschiedenen physiologischen Gegenstände zu sagen habe, bey deren Untersuchung diese Flüssigkeit blos als eine Probe gebraucht wurde.

Von den Muskeln.

Da mir kein Merkmal bekannt ist, welches uns über die völlige Trennung der Muskelfibern

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

von den Nerven Gewißheit geben kann, ohne sie in Gegenstände zu verwandeln, welche zu genauen Versuchen allzu klein werden, so wird es niemals möglich seyn, so weit als ich davon zu urtheilen im Stande bin, uns darüber zu befriedigen, ob diese neue Flüssigkeit unmittelbar auf die Muskelfiber wirken könne? Ein Zweifel muß immer übrig bleiben, ob nicht ein Nerve vorhanden war; und aus diesem Zweifel wird ein andrer, noch schwerer zu lösender, Zweifel entstehen, ob die durch die Metalle hervorgebrachte oder erregte Flüssigkeit, durch den Nerven, oder durch die Muskeln, ihren Weg genommen habe? oder ob sie blos als ein Reitz auf den Nerven gewirkt und jene unbekannnte Kraft geweckt habe, durch welche die Nerven bekanntlich, in gewissen Umständen, die Muskeln zum Zusammenziehen bringen.

Die folgenden Versuche an Thieren, welche von den Zergliederern gewöhnlich für nervenlos gehalten werden, möchten manchen als entscheidend vorkommen; aber mir sind sie dieses keinesweges. Bey der größten Anzahl von Thieren ist uns die Möglichkeit Nerven zu entdecken wegen ihrer Kleinheit versagt; aber die Handlungen dieser Thiere, welche nicht blos durch mechanischen Reitz veranlaßt werden, sondern so augenscheinlich die Erreichung eines Zwecks zur Absicht haben, nöthigen uns, ihr Daseyn auch da

zu vermuthen, wo unsre Sinne, mit Hülfe der besten Gläser, uns keine entdecken lassen.

Nachdem ich einige Regenwürmer auf eine Zinkplatte gelegt hatte; so versuchte ich ein Zusammenziehen in ihnen hervor zu bringen, indem ich einen silbernen Stab über verschiedene Theile ihrer Länge führte, bis er mit der Platte in Berührung kam; aber während einer langen Zeit erfolgte nicht die geringste Wirkung. Das Anlegen der Metalle an einen frisch getrennten Theil schien eben so wenig Wirkung hervor zu bringen. Endlich bemerkte ich, daß einer von ihnen fortsprung, sobald als das Silber unter seinen Bauch in die Nähe eines Theils kam, welchen man getrennt und wieder vereinigt hatte.

Bey nochmaliger und sorgfältigerer Wiederholung des Versuchs fand ich, wie beym Frosche, daß, wenn das Thier vollkommen lebendig, und auf seiner Hut ist, kein Zusammenziehen auf diese Art erregt werden konnte; wenn aber ein Theil durch vorhergegangene Krankheit, frischen Reitz, u. dgl. empfindlicher gemacht war, oder wenn der Wurm unvermuthet gefaßt, und über eine Sonde gehängt, und mit ihr in dem nämlichen Augenblick auf die Platte herab gesenkt wurde; so schien eine plötzliche und unwillkührliche Bewegung durch einen großen Theil der Länge des Wurms von dem be-

rührten Theil nach dem Kopf hin zu fahren; eine Richtung, welche jener entgegen gesetzt ist, nach welcher sie bey andern Thieren Statt findet.

Ich konnte niemals die nämliche Wirkung an Igeln hervor bringen. Bey Veränderung des Versuchs zeigte sich eine sehr sonderbare, aber befriedigende Erscheinung. Ich hatte einen Igel auf ein silbernes Kronenstück gelegt, welches in der Mitte einer großen Zinkplatte lag. Das Thier bewegte seinen Mund über die Fläche des Silbers, ohne die geringste Unbehaglichkeit zu äußern; aber nachdem es sich hierüber gestreckt, und die Zinkplatte mit seinem Munde berührt hatte, so fuhr es augenblicklich zurück, als ob es den heftigsten Schmerz fühlte, und setzte so abwechselnd das Berühren und das Zurückstoßen vom Zink fort, bis es völlig ermüdet zu seyn schien. Wenn der Igel ganz auf das Zink gelegt wurde, so schien er vollkommen ruhig zu seyn; wenn aber irgend einmal sein Mund in Berührung mit dem auf dem Zink liegenden Silber kam, so zeigte sich die nämliche Aeußerung von Schmerz, wie vorher.

Mit dem Regenwurm gelung dieser Versuch noch entscheidender. Das Thier sprung in windenden Zuckungen vom Zink herunter. Wenn beym Fortstrecken des Wurms einer seiner Ringe das Zink berührte, so äußerte er wenig Mißbehagen, in Ver=

gleichung mit jenem, welches er zeigte, wenn die Spitze seines Kopfs das Zink berührte.

Diese außerordentlichen Wirkungen waren gleichwol beträchtlich von jenen verschieden, welche durch die Metalle an den Gliedern von Fröschen, und andrer Thiere hervorgebracht wurden. Sie hatten nicht so sehr den Anschein von unwillkürlichen, augenblicklichen Zuckungen, sondern von lang anhaltenden Aeußerungen von Schmerz und Widerwillen, von der Art, wie sie durch Anlegung des Zinks und Silbers an die Zunge eines Kindes entstehen.

Ein höchst wahrscheinlicher Beweiß, nach meiner geringen Meynung, daß diese Thiere ein höchst feines Sinnenwerkzeug haben, und folglich nicht ohne ein Nervensystem sind, wie man geglaubt hatte.

In der Ungewißheit also, ob diese Flüssigkeit jemals auf die Muskelfiber anders wirken könne, als vermittelst der Nerven, will ich alles, was ich über besondre Muskeln zu sagen habe, versparen, bis ich einige Erfahrungen über die Nerven erzählt haben werde.

Von den Nerven.

Es ergiebt sich aus jedem Versuch, welcher zur Prüfung der Galvanischen Entdeckung angestellt

worden, daß die Nerven sehr wesentlichen Theil an allen ihren Erscheinungen haben. Daher wird es ein sehr wichtiger Gegenstand der Untersuchung, daß man zur Gewißheit bringe, ob alle Nerven des Körpers auf gleiche Weise von dieser neuen Flüssigkeit leiden, oder ob ihre Wirkungen sich blos auf diejenigen einschränken, welche zu den Muskeln willkürlicher Bewegung gehören.

In dieser Absicht belegte ich das Par vagum und die Intercostalnerve verschiedener Kühe und Schafe mit Zinnfolie, indem ihre Herzohren sich noch immer zusammenzogen; und legte das eine Ende eines gebogenen silbernen Stabs einmal auf das Herz selber, ein andermal auf die anliegenden Muskeln, und bisweilen auf die Nerven; alles aber, ohne nur die mindesten merklichen Veränderungen in dem Zusammenziehen des Herzens hervor zu bringen, oder es zu erneuern, wenn es aufgehört hatte.

Eben so belegte ich die Hals-Schlagader mit Zinnfolie; und steckte ein andermal die Folie in hinlängliche Einschnitte, welche ich in die Nerven machte, damit sie in desto unmittelbarere Berührung mit ihrer Substanz kommen möchte; aber immer erfolgte kein Zusammenziehen. Eben so wenig glückten mir ähnliche Versuche an Hunden, Katzen, Kaninchen, Hühnern und Fröschen; gleichwol konnte ich, bey allen diesen Thieren, gewöhnlich ein lebhaftes Zusammen-

ziehen hervor bringen, wenn ich die Nerven solcher Theile bewaffnete, welche dem Willen gehorchen; ich sage, gewöhnlich; denn bey Kaninchen mißlung mir bisweilen auch dieses; zumal wenn sie in sehr kaltem Wasser ersäuft worden waren.

Bald nachdem ich diese Versuche angestellt hatte, erfuhr ich aus einem Brief des D. Valli, welcher im Journal de Physique bekannt gemacht wurde, daß er einen ähnlichen Versuch mit dem Herzen eines Hundes, und mit dem nämlichen Erfolg gemacht hatte. Das Herz läßt sich also durch seine Nerven nicht mit eben den Mitteln reitzen, welche man in Hervorbringung eines Zusammenziehens in andern Muskeln wirksam gefunden hatte.

Freylich behaupteten manche Physiologen vom ersten Rang, — (ich habe mir nicht die Mühe genommen, mich zu unterrichten, wer der erste Urheber dieser Lehre seyn mag; aber daß sie von Calvani, von Haller, und von Fontana, und von allen, auf Treu und Glauben der Versuche, angenommen wurde, war gewiß hinreichend, sie wider die Meynuug eines Willis, Lower, Kaau, Boerhaave, Laghi, und selbst des sinnreichen Whytt in Umlauf zu bringen,) das Herz könne auf keine Weise, durch Anbringung eines Reitzes an seine Nerven, oder an das Gehirn, eine Veränderung leiden.

Aber manche Betrachtungen erweckten bey mir hierüber Zweifel; und einige Versuche, welche ich an diesem Ort, vor mehr als einem Jahr, anstellte, bestätigten mich nur noch mehr in einer entgegen gesetzten Meynung. Daß so wohl die Geschwindigkeit, als die Stärke des Zusammenziehens des Herzens von den Leidenschaften der Seele abhänge, ist eine allgemein bekannte Thatsache; aber, was weit mehr zum Zweck gehört, — da wir so wenig von der Seele, und von der Art ihres Einflusses auf den Körper wissen, — es ist bekannt, daß manche Zerrüttungen des Gehirns, z. B. Apoplexie, Hydrocephalus, Phrenitis, u. a. m. — zugleich mit allen Arten mechanischer Beschädigungen, — (und was sind diese anders, als eben so viele Reitzmittel, welche auf das Gehirn, und folglich auf die nach dem Herzen gehenden Nerven wirken?) auf die Bewegungen des Herzens einen sehr wesentlichen und sichtbaren Einfluß haben.

Das Zusammenziehen des Herzens kann, so lang als das Gehirn unversehrt bleibt, durch tausend verschiedene Substanzen, welche in den Magen gebracht werden, eine Veränderung leiden; aber aus dem Versuch des Herrn Kite ergiebt sich, daß dies keinesweges der Fall ist, wenn die Verrichtungen des Gehirns durch Hängen, oder Ertrinken, gehemmt werden. D. Whytt's Versuch hierüber ist einer der entscheidendsten, welcher mir bekannt

geworden. Er fand, daß Opium viel langsamer die Zerstörung der Bewegung des Herzens in Fröschen bewirket, wenn diese ihres Gehirns und Rückenmarks beraubt worden, als wenn diese Thiere unversehrt bleiben. Verschiedene von meinen eignen Versuchen, welche zwar nicht ausdrücklich in dieser Absicht angestellt waren, gaben den nämlichen Erfolg, wie bey D. Whytt.

Herr Fontana sagt uns, er habe entdeckt, daß das Herz des Radpolyps ein willkürlicher Muskel ist. Wahrscheinlich leitete ihn diese Entdeckung zu einem Versuch über die Wirkungen seines Willens auf sein eignes Herz. Ueber den Erfolg seines Versuchs haben wir das Zeugniß seines Freundes des D. Gerardi, Professors der Anatomie auf der Universität zu Parma, in einer sehr gelehrten kleinen Abhandlung über die Intercostalnerven, welche in dem letzten Septemberstück des Journal de Physique bekannt gemacht wurde, die folgende kurze Erwähnung davon anbringt:

„Je ne dois point oublier de Vous dire, que M. Fontana a la faculté d'accélérer, ou de retarder à volonté son pouls, sans aucune contraction sensible des muscles.“ —.

Die nächsten Versuche, durch welche ich zuerst auf die Meynung geführt wurde, daß das Herz durch den mechanischen Reitz seiner Nerven eine Veränderung leiden könne, wurden an sehr jungen

Katzen und Kaninchen angestellt; einige mit Hülfe meines Freundes, des D. Physik, welcher sich jetzt in Philadelphia niedergelassen hat; andre in Gegenwart verschiedener anderer Herren, welche auf dieser Universität studirten. Aus zwey bis drey Versuchen zeigte sich sehr entscheidend, daß das Zusammenziehen des Herzens durch Reitzung des Gehirns am Ursprung des Rückenmarks sehr befördert wurde. Bey andern hingegen war der Erfolg keinesweges so deutlich.

Aber man solte bedenken, daß der Beweiß eines einzigen genauen und bestimmten Versuchs, nicht im geringsten durch zwanzig mißlungene, zumal an warmblütigen Thieren, geschwächt werde, wo die Reitzbarkeit ihrer Muskeln so sehr unbeständig, und der Erfolg, aus so manchen, bis jetzt noch unbekannten Ursachen, einer Veränderung unterworfen ist. Die Reitzbarkeit der Schlagadern, zum Beyspiel, ist jetzt vollkommen begründet; aber Hallers Versuche leiteten ihn zu Zweifeln. Und selbst jene Versuche des sorgfältigen Verschnir, welchem wir unstreitig die beste Reihe von Versuchen über diesen Gegenstand verdanken, mißlungen, — wie uns D. Dennison in einem vortreflichen Satze zur Bestätigung ihrer Wahrheit sagt, — als sie vor einigen Mitgliedern der hiesigen Fakultät wiederholt wurden.

Gleich nach Entdeckung der vorzüglichen Kräfte des Zinks, und des Wasserbleyes, in Hervorbringung eines Zusammenziehens, fing ich von neuem an, die Versuche an den Nerven, welche nach dem Herzen der Frösche gehen, mit diesen Metallen zu wiederholen; aber es verging eine lange Zeit, ehe ich so wohl mich, als andre darüber befriedigen konnte, ob wirklich einige Wirkung hervorgebracht wurde. Doch endlich war ich so glücklich, daß es mir vollkommen gelung.

Nachdem ich am vergangenen achtzehnten März, in Gegenwart meiner Freunde, Herrn Hunters, und Herrn Thomsons, das Perikardium von dem Herzen eines Frosches, welches schon vor einer Stunde aufgehört hatte, sich freywillig zusammen zu ziehen, getrennt hatte; so entfernte ich die Muskeln und die Zellhaut, welche seine Nerven und großen Blutgefäße deckt. Alsdenn legte ich das Ende eines Stabs von reinem Silber in Berührung mit der einen Seite dieser Nerven und Blutgefäße, und das eine Ende eines Stabs von Zink auf die andre Seite, so daß beyde ohngefähr um den dritten Theil eines Zolls von den Herzohren entfernt waren. Als ich die entgegen gesetzten Enden dieser Stäbe in Berührung mit einander brachte; so zog sich zuerst das Ohr, und dann die Kammer des Herzens augenblicklich zusammen; und dieses Zusammenziehen wurde so oft wiederholt, als

die Enden der Metallstäbe in Berührung mit einander gebracht wurden.

Wenn ein Stab von Glas, Wachs oder Holz, anstatt eines Metallstabs gebraucht wurde; so fand kein Zusammenziehen Statt. Indessen erfolgte ein Zusammenziehen, wenn das Herz selber mit der Spitze eines scharfen Werkzeugs gereitzt wurde. Das Zusammenziehen war nicht nur lebhafter, sondern auch anhaltender, wenn die Metalle in Berührung mit dem Herzen selber gebracht wurden, als wenn sie blos seine Blutgefäße und Nerven berührten.

Ich habe verschiedenemal versucht, einige von den Nerven, welche man neben den großen Blutgefäßen des Herzens eines Frosches entdecken kann, bis in das Herz selber zu verfolgen, um sie, getrennt von andern Theilen, zu bewaffnen; aber theils wegen ihrer Kleinheit, theils wegen des schwachen Zustandes meiner Augen, welcher mir nicht erlaubt, kleine Gegenstände genau zu betrachten, wollte es mir niemals gelingen.

Seitdem ich diesen letzten Versuch angestellt hatte, habe ich ihn mehr als zwanzigmal wiederholt. Damit er vollkommen gelinge, wird nothwendig erfordert, daß das willkürliche Zusammenziehen beynahe, wo nicht völlig, aufhöre; und in diesem Zustand wird der Versuch noch befriedigender ausfallen, wenn das Herz aus dem Körper des Frosches genommen, und auf eine Zinkplatte gelegt

wird. Dann sind wir sicher, daß sein Zusammenziehen nicht durch irgend einen mechanischen Reitz aus dem Zusammenziehen der Muskeln des Thorax erregt worden seyn könne.

Aus Mangel an hinlänglicher Zeit, und schicklichen Gelegenheiten, versäumte ich, diesen Versuch an warmblütigen Thieren, Katzen und Kaninchen ausgenommen, anzustellen. Einige Tage später, als ich die Möglichkeit entdeckt hatte, das Herz, vermittelst des Anlegens von Zink und Silber an seine Nerven, zum Zusammziehen zu reitzen, verschaffte ich mir eine Katze von gewöhnlicher Größe, und ersäufte sie in Wasser, welches, so viel als möglich, ihre eigene Temperatur hatte. Vier Minuten nach der Untertauchung, wurde sie aus dem Wasser genommen, und getrocknet. Ihr Thorax wurde sogleich geöffnet; aber man bemerkte kein Zusammenziehen in irgend einem Theil ihres Herzens, ausgenommen in dem rechten Ohr; und selbst dieses war sehr unbedeutend. Dann legte man eine Zinkplatte in Berührung mit dem Par vagum, und mit den Intercostalnerven, auf der einen Seite der Trachea, und ein Halbkronenstück in Berührung mit den Nerven auf der andern Seite; beydes in der Entfernung von ungefähr dem dritten Theil eines Zolls von den Herzohren. Jedesmal, wenn das Zink und Silber in Berührung gebracht wurde; erfolgte ein völliges Zusammenziehen des rechten

Herzohrs, und bisweilen ein schwaches in dem linken; aber keins in den Kammern. Das Zusammenziehen wurde merklich stärker, je nachdem die Metalle dem Herzen näher gebracht wurden, und war am stärksten, wenn das eine, oder beyde, in Berührung mit dem Herzohr waren.

Das Zusammenziehen schien mir eben so stark zu seyn, wenn Wasserbley, oder wenn Silber gebraucht wurde. Kein Zusammenziehen konnte bey dieser Katze erregt werden, wenn irgend einer von den Nerven der willkührlichen Muskeln bewaffnet wurde.

Der nächste Versuch wurde mit einer trächtigen Katze gemacht. Sie wurde in sehr kaltem Wasser ersäuft; und ohnerachtet ihr Thorax in dem Augenblick geöffnet wurde, da sie zu kämpfen aufgehört hatte, welches noch vor Verlauf von vier Minuten nach der Untertauchung erfolgte, so hatte ihr Herz schon aufgehört, sich zusammenzuziehen; und sein Zusammenziehen konnte weder durch Anlegung der Metalle, wie in dem zuletzt beschriebenen Versuch, noch durch Stechen oder andre Reitzungen seiner Oberfläche, erneuert werden; aber das Diaphragma, die Intercostalmuskeln, die Vorderschenkel, und die Ohren, zogen sich noch immer lang und lebhaft zusammen, wenn die Metalle, wie gewöhnlich, an ihre Nerven gebracht wurden. Als ich indessen in den Uterus schnitt, und eins der Jun-

gen herausnahm; so fand ich, daß nicht nur die Ohren, sondern auch die Kammern seines Herzens, sehr lebhaft sich zusammenzogen, ohnerachtet die Mutter bereits über zwanzig Minuten todt war.

Eine Gelegenheit, welche nicht zu versäumen war, zeigte sich jetzt zu einem Versuch, ob es möglich sey, diese Flüssigkeit aus der Mutter in den Foetus, vermittelst der Nabelschnur, herüber zu lassen. Ich legte daher die beyden Metalle, auf die vorher beschriebene Art, zuerst an den Uterus der Mutter und an die Cotyledons; hernach an verschiedene andre ihrer Theile; aber weder der Uterus, noch der Foetus litt in irgend einem Fall eine Veränderung. Eben so wenig veränderte sich der Foetus, wenn die Schnur selber bewaffnet wurde.

Da die Herzen der jungen Katzen ihr willkürliches Zusammenziehen noch länger als eine Stunde, nachdem sie aus der Mutter genommen waren, fortsetzten; so hatte ich zu wiederholtenmalen das Vergnügen, die Wirkungen der Metalle, wenn sie in Berührung mit dem Par vagum, und mit den Intercostalnerven kamen, indem sie die Geschwindigkeit des Zusammenziehens der Herzen vermehrten, so lang als diese ihre willkürliche Bewegung behielten, und wenn diese aufgehört hatte, ein neues Zusammenziehen hervorbrachten, zu bemerken, und Herrn Thomson und Herrn Simson zu zeigen,

welche mir bey diesen Versuchen sehr gefällig ihren Beystand leisteten.

Dieser Versuch, welcher an einer jungen Katze wenige Tage nach der Geburt wiederholt wurde, glückte aber nicht auf eine so ganz befriedigende Art, als der vorhergehende, ohnerachtet das Herz noch über anderthalb Stunden nach Eröffnung des Thorax, sich zusammenzuziehen fortfuhr. Sein Zusammenziehen wurde durch die leiseste mechanische Berührung seiner Oberfläche beschleunigt, und von zitternder Art; so daß es schwer war, den eigentlichen Antheil zu bestimmen, welchen das Anlegen der Metalle an seiner Entstehung hatte.

Als dieses aufgehört hatte; so fand ich nicht, daß ich es durch die Anlegung der Metalle wieder erwecken konnte. Bey den Herzen einiger jungen Kaninchen, mit welchen ich diesen Versuch anstellte, schien das Zusammenziehen noch weit gewisser durch das Anlegen der Metalle verursacht worden zu seyn, als selbst bey den Katzen.

Nachdem ich diesen wichtigen Umstand zur Gewißheit gebracht hatte, daß ein Muskel, welcher dem Einfluß des Willens nicht unterworfen ist, durch das Anlegen von Zink und Silber an seine Nerven zum Zusammenziehen gebracht werden könne; so schritt ich zu der Untersuchung weiter, ob dies mit allen unwillkürlichen Muskeln der nämliche

liche Fall sey. Ich konnte indessen nicht bemerken, daß irgend ein Zusammenziehen in dem Magen, oder in den Gedärmen hervorgebracht wurde, wenn man die Metalle neben dem Flexus stomachicus, und dem halbmondförmigen Ganglion einer Katze anbrachte. Alsdann schritt ich zu der Untersuchung der Wirkungen der Metalle auf die verschiedenen Sinnwerkzeuge.

Herrn Volta's Entdeckung von dem Gefühl, welches an dem Ende der Zunge entsteht, wenn ihre obere und untere Fläche mit verschiedenen Metallen belegt wird, führte mich zu einer Vergleichung dieses Gefühls mit jenem, welches durch Elektricität hervor gebracht wird. Ich fand einen sehr beträchtlichen Unterschied zwischen beyden. Beyde sind allerdings etwas säuerlich, aber einander so unähnlich, wie der Geschmack von Weinessig von dem Geschmack der verdünnten Vitriolsäure verschieden ist. Die von den Metallen verursachte Empfindung ist von dem gewöhnlich so genannten metallischen Geschmack begleitet, und ist nach den gebrauchten Metallen verschieden. Bey den meisten Metallen ist sie kaum merklich; bey Zink und Gold ist sie, nach meiner Meynung, am stärksten; schwächer bey Zink und Silber, oder Wasserbley, und bey allen unerträglich unangenehm.

Die Empfindung ist am merklichsten, wenn die Zunge ihre gewöhnliche Temperatur hat, und wenn die Metalle die nämliche Temperatur haben, wie die Zunge. Wenn entweder die Zunge, oder die Metalle, oder beyde so sehr erhitzt oder abgekühlt werden, als man ohne Unbequemlichkeit leiden kann; so entsteht fast gar keine Empfindung.

Daß dieser Unterschied in der Wirkung, dem veränderten Zustand der Zunge, und nicht der veränderten Temperatur der Zunge, zuzuschreiben ist, zeigt sich aus den bereits erzählten Versuchen; aus welchen sich ergibt, daß weder die leitenden, noch die reitzenden Kräfte der Metalle, durch Verschiedenheiten ihrer Temperatur, eine Aenderung leiden. Aber ich habe bey mehrern Versuchen den gleichförmigen Erfolg gefunden, daß so wohl das Leben, als die Reitzbarbeit der lebhaftesten Frösche in wenigen Minuten völlig zerstört wird, wenn man sie in Wasser legt, welches bis auf hundert und sechs Fahrenheitsche Grade erhitzt ist.

Indessen verursachte die Kälte, ohnerachtet sie das Gefühl der Zunge fast eben so sehr zu reitzen scheint, wie die Hitze, in einem und dem andern Fall, wo ich den Versuch machte, keine Veränderung der Reitzbarkeit in den Muskeln eines Frosches. Einige getrennte Schenkel zuckten eben so gut, nachdem sie einige Stunden auf einem Stück

Eis gelegen hatten, als sie gezuckt hatten, ehe sie in dieser Lage gewesen waren.

Alles was das Gefühl der Zunge abzustumpfen vermag, z. B. Laudanum, eine starke Auflösung von Opium in Wasser, destillirte Spiritus, Säuren und dergleichen, vermindert die Wirkung der Metalle. Säuren vermindern sie, nach meiner Meynung, am wenigsten.

Wenn ich verschiedene Metalle in den äußeren Gehörgang meiner beyden Ohren legte, und eine isolirte metallische Verbindung zwischen ihnen veranstaltete; so fühlte ich, wirklich oder in der Einbildung, einen unangenehmen Schlag an meinem Kopf. Die dabey gebrauchten Metalle waren, eine silberne Sonde, eine Rolle Zinnfolie, und ein gewöhnlicher metallener Leiter, welcher zu einer Elektrisirmaschine gehörte. Wenn ich sie von meinen Ohren wegnahm, so hatte ich eine Empfindung, die mit jener ähnlich ist, welche man hat, wenn man unter dem Wasser wieder hervorkommt. Ich fühlte nicht, daß ich meine Ohren durch den Versuch beschädigt hatte; auch hatte ich hernach keine unbehagliche Empfindung. Als ich aber am folgenden Morgen aus dem Bette aufstand, bemerkte ich, daß so wohl mein Kissen, als mein Gesicht mit Blut befleckt war; und bey Untersuchung fand ich, daß es aus dem einen Ohre gekommen seyn mußte. Ein Blut-

fluß aus diesem Theil war mir sonst noch niemals begegnet.

Aus welcher Ursach dieser Zufall entstanden seyn mochte, (und es ist höchst wahrscheinlich, daß er eine Folge von irgend einer damals nicht bemerkten Beschädigung war), so brauche ich nicht zu sagen, daß ich den Versuch niemals wiederholt habe, und gewiß niemals wiederholen werde.

Niemals konnte ich bemerken, daß der Sinn des Gefühls, oder Geruchs, die geringste Veränderung durch die Metalle gelitten hätte; aber die Wirkung, welche sie auf das Auge hervorbringen, ist sehr merkwürdig. Nachdem ich ein Stück Zinnfolie auf die Spitze meiner Zunge gelegt hatte; so brachte ich das abgerundete Ende eines Bleystiftshalters an meinen Augapfel, in den inneren Winkel, und lies alles in dieser Lage, bis die Theile so weit daran gewöhnt waren, daß ich die bewirkten Empfindungen prüfen konnte. Dann brachte ich die Metalle in Berührung mit einander, und bemerkte mit Erstaunen einen blassen Schimmer von Licht, welcher sich über das Ganze meines Auges verbreitete. Meine Zunge hatte zu gleicher Zeit eine Empfindung, die jener ähnlich war, da beyde Metalle in Berührung mit einander standen. Bey verfinstertem Zimmer wurde das Leuchten deutlicher, und von lebhafterer Farbe. Diese Empfindung ist keine Wirkung von Druck auf das Auge, wie bey Newtons Versuch; denn

kein Druck soll hier gebraucht werden. Es wird weiter nichts erfordert, als daß das Silber zwischen den Augenliedern und in Berührung mit irgend einem Theil des Augapfels liege.

Wenn der Versuch mit Zink und Gold, anstatt Zinnfolie und Silbers, gemacht wird; so ist das Leuchten ohne allen Vergleich lebhafter. Ich hatte die unangenehme Gelegenheit, diesen Versuch an meinem einen Auge, in einem Zustand von Entzündung, zu machen; und in diesem Fall fand ich das Leuchten weit stärker, als es bey dem nichtentzündeten Auge war. Ich machte den nämlichen Versuch an einem Kranken, welcher an der Amaurosis litt; aber der Mensch war so dumm, daß ich wegen des bestimmten Erfolgs mich nicht befriedigen konnte.

Da ich mich besann, daß feine Nervenäste aus dem Ganglion ophthalmikum, durch die Tunica sclerotica des Auges, nach der Choroidea und Uvea zu gehen, und daß dieses Ganglion gröstentheils aus einem Zweige des Nasenasts, von dem fünften Nervenpaar, in Verbindung mit einem Aste des dritten, gebildet wird; so versuchte ich ferner, ob ich durch Einschieben eines silbernen Stabes, so weit in meine Nase hinauf, als möglich, und durch eine solche Bewafnung dieses Nasenasts, im Stande seyn würde, wenn ich das Silber in Berührung mit einem Stück Zink auf meiner Zunge brächte, diese neue Flüssigkeit nach dem Lauf des Nerven

hinan zu leiten, und so das Leuchten im Auge hervorzubringen.

Der Versuch entsprach meiner gespanntesten Erwartung. Das auf diese Art hervorgebrachte Leuchten scheint mir, wo möglich, stärker zu seyn, als wenn der Augapfel selber bewaffnet wird. Ich glaubte jetzt, ein sicheres Mittel entdeckt zu haben, wodurch ich die Wirkung der Galvanischen Flüssigkeit auf einen sehr wichtigen unwillkürlichen Muskel, die Iris des menschlichen Auges, mit Gewißheit bestimmen könnte. Mir fiel ein, daß der sinnreiche Physiolog, D. Whytt, vermittelst des Nasenasts des fünften Nervenpaars, im Stande war, nach Belieben Erweiterungen der Pupille eines Knaben, in dem höchsten Grade eines Hydrocephalus, durch Aq. Ammonia auf seine Nase, hervorzubringen; und dieses Beyspiel von der Veränderung eines unwillkürlichen Muskels, vermittelst seiner Nerven, hatte bey mir, noch ehe ich einige Versuche hierüber anstellte, immer als ein starker Grund gegolten, daß das Zusammenziehen des Herzens auf eine ähnliche Art bestimmt werden könne.

Ich bat daher einige meiner Freunde, auf meine Pupille Acht zu geben, indem ich den oben beschriebenen Versuch wiederholte. Wenn das äußere Licht stark war; so fanden sie einige Schwierigkeit, genau zu bestimmen, ob die Pupille sich zusammen zöge, oder nicht. Wenn aber nicht mehr

Licht zugelassen wurde, als gerade hinlänglich war, um die Pupille zu erkennen; so bemerkten sie ein sehr deutliches Zusammenziehen, so oft als die Metalle in Berührung mit einander gebracht wurden.

Dieser Versuch erfordert einige Aufmerksamkeit, damit er befriedigend ausfalle; aber ohnerachtet ich ihn sehr vielmal an den Augen andrer wiederholt habe, so mißlung er doch selten, wenn er bey stetem Licht gemacht, und wenn das Silber weit genug in die Nase hineingebracht wurde.

Daß die Pupille, bey Anbringung eines Reitzes an ihre Nerven, sich erweiterte, anstatt sich zusammenzuziehen, wie in dem vom D. Whytt erzählten Fall, ist kein so ungewöhnlicher Umstand, wie man Anfangs glauben möchte. Ich habe selber drey Beyspiele davon in Kopfkrankheiten gesehen. Das eine war bey einem epileptischen Kranken, dessen Pupillen, während den Zwischenzeiten seiner Zufälle, sich plötzlich erweiterten; so oft als seine Augen einem starken Licht ausgesetzt wurden.

Mein Freund, Herr Georg Hunter aus York, machte bey der Gelegenheit, da er einmal mit Wiederholung einiger dieser Versuche sich die Zeit verkürzte, die Entdeckung, daß, wenn er das eine Metall so hoch als möglich zwischen Zahnfleisch und Oberlippe, und das andre in einer ähnlichen Lage

an die Unterlippe brachte, ein eben so lebhaftes Leuchten entstand, wie jenes, welches dadurch verursacht wurde, daß man das eine Metall in die Nase hinauf, und das andre an die Zunge brachte. Es unterscheidet sich indessen von dem auf irgend eine andre Art hervorgebrachten Leuchten, in dem besondern Umstand, daß es sich nicht auf das Auge allein einschränkt, sondern sich über das ganze Gesicht zu verbreiten scheint.

Bey Beobachtung der durch diese Stellung der Metalle hervorgebrachte Nebenempfindungen, bemerkte ich, daß ein Gefühl von Wärme, in dem Augenblick, da sie in Berührung mit einander gebracht wurden, sich über die ganze obere Fläche der Zunge, von ihrer Wurzel nach der Spitze zu, verbreitete. D. Rutherford, welchem Herr Hunter diesen Versuch mittheilte, bemerkte bey der Wiederholung desselben, daß ein Leuchten nicht blos in dem Augenblick entsteht, da die Metalle in Berührung gebracht werden, sondern auch in dem Augenblick ihrer Trennung. So lange als sie in Berührung bleiben, bemerkt man kein Leuchten.

Diese Erfahrung hat die größte Aehnlichkeit mit einer bereits erwähnten, von einem Zusammenziehen in dem Schenkel eines Frosches, in dem Augenblick, da eins der Metalle in Berührung mit dem andern, von dem Schenkel entfernt wird.

Nach dieser vollständigen Angabe dieser merkwürdigen Erscheinungen, habe ich kaum nöthig, hinzuzusetzen, daß sie die freye Verbindung beweisen, welche zwischen den verschiedenen Aesten des fünften Nervenpaars Statt findet, und folglich zu einer starken Stütze, wo nicht zu einer völligen Bestätigung der bekannten Lehre von der Nervensympathie, oder von dem gegenseitigen Einfluß dienen, welchen verschiedene Theile auf einander, vermittelst der Nerven äußern.

Wenn mir erlaubt würde, eine Vermuthung da zu wagen, wo wir zu keinen Beweiß unsre Zuflucht nehmen können; so würde ich sagen, daß das bey den obigen Versuchen bemerkte Leuchten die Wirkung eines in den unwillkürlichen Muskeln, durch Anbringung eines Reitzes an ihre Nerven, erregten Zusammenziehens sey; oder, mit andern Worten, daß die Wirkungen vom Anlegen der Metalle an den Nasenast der ersten Abtheilung des fünften Nervenpaars, sich durch das Ganglion ciliare, längs der Nerven, und nach der Choroidea fortgepflanzt haben, deren Gefäße dadurch in augenblickliche Thätigkeit gesetzt worden; und daß ihre Wirksamkeit hinwieder, (wie in dem Fall der durch Druck, oder einen Schlag auf das Auge erregten Wirksamkeit) durch Reitzung der Retina, die Empfindung von Licht veranlaßt habe.

Diese Vermuthung wird, nach meinen Gedanken, durch verschiedene Umstände wahrscheinlich gemacht. Ich habe bereits gezeigt, daß diese Flüssigkeit ein Zusammenziehen in unwillkürlichen Muskeln, vermittelst ihrer Nerven, erregen könne. Und gewiß läßt sich kein Grund a priori angeben, warum sie nicht auf gleiche Art auf jede Gattung unwillkürlicher Muskeln wirken sollte; so wohl auf diejenigen, welche einen Theil der kleinsten Gefäße im Körper ausmachen, als auf das Herz, oder die Iris.

Daß sie eine vermehrte Thätigkeit der Schlagadern der Zunge in jenem Versuch hervorbringt, wo eine Empfindung von Wärme längs ihrer Oberfläche durch Anlegen der Metalle an die Lippen erregt wurde, scheint fast erwiesen zu seyn; denn es würde schwer seyn, das Daseyn einer andern Ursache, welche jene Entwickelung von Wärme veranlassen könnte, in diesem Fall anzugeben, außer der vermehrten Thätigkeit der Schlagadern; und daß diese Ursach zu der Wirkung hinreicht, wissen wir aus unzähligen Versuchen, welche zu bekannt sind, als daß man nöthig hätte, sie einzeln hier anzuführen.

Ob indessen die Metalle die Thätigkeit der Blutgefäße ändern, oder nicht, ist eine Frage, welche durch Versuche aufgelöst werden kann. Der folgende war, ich gestehe es, nicht ganz befriedigend;

und ich habe noch keine Zeit und Gelegenheit gefunden, ihn mit aller erforderlichen Aufmerksamkeit zu wiederholen.

Ich betrachtete den Fuß eines lebendigen Frosches mit einem Vergrößerungsglas von sehr beträchtlicher Wirkung. Als ich den Fuß so befestigte, daß die Haut ausgespannt blieb, entstand ein beträchtlicher Grad von Entzündung, ohnerachtet alle Vorsicht gebraucht wurde, sie zu verhüten. Der Lauf des Blutes war deutlich in verschiedenen Gefäßen zu sehen; bald floß es schnell, bald langsam, bald in einer entgegengesetzten Richtung mit jener, in welcher man es Anfangs bemerkt hatte, aber mit gleicher Geschwindigkeit. Eine dünne Zinkplatte wurde zwischen den fleischichten Theil des Fußes und seinen Träger angebracht, und eine silberne Sonde wurde als Reitzmittel gebraucht. Ich glaubte sehr deutlich zu bemerken, daß der Umlauf schneller wurde, wenn die Metalle einander bis zur Berührung genähert wurden; aber meine Gehülfen konnten keine Veränderung wahrnehmen.

Um zu verhindern, daß das Zusammenziehen der Schenkelmuskeln keine Täuschung veranlasse, sollte die Schenkel-Schlagader entblößt, und von den umgebenden Theilen isolirt werden, indem eine dünne Glasplatte, oder Siegellack, zwischen beyde gebracht wird.

Daß das Leuchten die Wirkung einer solchen vermehrten Thätigkeit der Gefäße, welche die Chorodea ausmachen, ist, läßt sich nicht so leicht beweisen. Indessen weiß ein jeder, daß ein Schlag, und ein Druck auf das Auge im Stande ist, wie ich zuvor angemerkt habe, eine ähnliche Wirkung hervorzubringen. Und der folgende Fall, welchen Bonetus aus dem Hermannus Cummius anführt, liefert, wenn man ihm glauben darf, einen fast entscheidenden Beweiß, daß das Sehen von dem Reitz abhängt, welchen die Retina durch die Thätigkeit der Blutgefäße in einigen Theilen des Auges erhält:

„Quando theologus, plaga dolorifica, a rupta instrumenti musici chorda accepta, nocte subsequenti jam adulta, e somno evigilans, cuncta clare, ac si de die esset, vidit, adeo, ut minimos picturarum et tapetarum tractus observare, characteresque ex libro legere posset. Oculo vero laeso clauso, tenebras densissimas adesse ille percepit, eodemque iterum aperto, conclave illustratum visum est, lucem tamen candelae allatae solisque splendorem de die, aegre tulit oculus affectus, quod per aliquot dies duravit, tantemque sensim remisit." —

Haller spricht von solchen Fällen, als ob sie gar nicht selten wären, und nennt die Namen ver-

schiedener Schriftsteller, welche ähnliche Fälle angeführt haben.

Die Richtung dieser Flüssigkeit scheint, wenn man ihr den natürlichen Lauf läßt, ganz die nämliche zu seyn, wie bey den meisten andern Reitzmitteln; das heißt, sie geht von dem Ort, wo sie zuerst einen Nerven berührt, an den Theil hinan, in welchen sich dieser Nerve endigt. Ich habe zu wiederholtenmalen electrische Funken in den Nerven meines Ellenbogens, oberhalb des innern Knorren der Schulter gehen lassen; aber so wohl die Empfindung als das Zusammenziehen, welches dadurch entstand, be chränkte sich blos auf die Hand und den Vorderarm.

Auch ergiebt sich aus den Versuchen des D. Monro, und D. William Alexander aus Halifax in Yorkshire, daß, wenn keine weitere Gemeinschaft zwischen dem Rumpf und dem hintersten Enden eines Frosches gelassen wird, als vermittelst seiner Hüftnerven, das Einspritzen einer starken Auflösung von Opium unter die Haut seiner hintersten Enden, ihnen so wohl ihr Gefühl als ihre zusammenziehende Kraft raubet; daß sie aber den Rumpf des Körpers nicht im geringsten ändert.

Herr Galvani soll bemerkt haben, daß die Wirkungen der von ihm entdeckten Flüssigkeit, sich über den ganzen Körper eines Frosches verbreiteten, wenn die Metalle nur an einen entblößten Ner-

ven gebracht wurden, ohne ihn erst zu zerschneiden, oder von den umgebenden Theilen zu trennen. Wenn uns erlaubt ist, diese Verbreitung der Flüssigkeit aus der Unruhe, welche das Thier äußerte, zu schließen; so möchte Herrn Galvani's Bemerkung richtig seyn; aber aus dem erregten Zusammenziehen kann sie, wie ich glaube, keineswegs geschlossen werden; denn, bey allen Versuchen, welche ich hierüber angestellt habe, beschränkte sich das Zusammenziehen auf diejenigen Theile, in welche sich der von den Metallen berührte Nerve verbreitete.

Daß indessen diese Flüssigkeit in einer entgegengesetzten Richtung mit dem Lauf der Nerven, ihren Weg nehmen könne, ist aus einigen Versuchen deutlich, welche ich über ihre Wirkungen auf die Sinne erzählt habe; aber es wird noch deutlicher durch den folgenden bewiesen.

Wenn, nach geschehener Zerschneidung eines frisch getödteten Frosches, am Becken die Hüftnerven von der Zellhaut, hinaufwärts nach ihrem Ursprung aus dem Rückgrad, befreyet, und alle Theile unterhalb desselben, nur sie selber ausgenommen, weggeschnitten werden; so können die Muskeln auf beyden Seiten des Rückgrads, ein wenig höher hinauf, zum Zusammenziehen gebracht werden, wenn man blos die Nerven mit den beyden an einander stoßenden Metallen berührt.

Dieser Versuch glückte mir nicht immer; und nur dann, wenn der Frosch frisch getödtet war. So lange als die Hinterschenkel von den Nerven unzertrennt blieben, gelung er niemals; blos in den Schenkeln entstand ein Zusammenziehen.

Von den Blutgefäßen

Doktor Valli sagt uns, es erfolge kein Zusammenziehen, wenn die Blutgefäße bewaffnet werden. Da er uns aber nicht gesagt hat, ob seine Versuche mit denselben angestellt wurden, da das Blut noch immer in ihnen floß, oder nachdem sie ihres Bluts beraubt waren; so beschloß ich den folgenden Versuch anzustellen.

Nachdem ich die Schenkel-Schlagader und den Nerven in der Hüfte eines völlig erwachsenen Frosches entblößt, und von den anliegenden Theilen von einander getrennt hatte; so schnitt ich den ganzen Nerven zwischen dem Becken und dem Knie heraus. Alsdann schob ich unter die Schlagader eine dünne Platte Siegellack über Papier gestrichen, welche breit genug war, um einen großen Theil der Schlagader völlig von der übrigen Hüfte abzusondern. Das Blut hatte noch immer seinen unverminderten Strom durch den ganzen Lauf der Schlag-

ader. Die auf diese Art zum Theil isolirte Schlagader wurde mit Zink und Silber berührt, welches jetzt in Berührung mit einander gebracht war; aber in keiner Muskel des Gliedes erfolgte irgend ein Zusammenziehen.

Dieser Versuch wurde häufig an verschiedenen andern Fröschen wiederholt, bey welchen der Nerve bisweilen getrennt, bisweilen nicht getrennt war. Der Erfolg war einförmig der nämliche. Aber ein lebhaftes Zusammenziehen entstand in dem ganze Gliede, wenn ein elektrischer Funke, oder auch ein voller Luftstrom in die Arterie gelassen wurde.

Indessen folgt aus diesem Versuch keineswegs, daß das Blutsystem der Thiere in gar keiner Verwandtschaft mit der von Galvani entdeckten Flüssigkeit stehe. Ich habe bereits gezeigt, daß das Herz dadurch verändert werden könne; und habe Grund zu glauben gegeben, daß die kleinsten Schlagadern des Körpers von ihrer Wirkung nicht ausgenommen sind. Sollte jemals bewiesen werden, daß sie eine ausschließende Eigenschaft der Thiere sey; so ist nicht unmöglich, daß nicht sogar ihr Ursprung auf das Blutsystem derselben zurückgeführt werden könne.

Vier-

Vierter Abschnitt.

Ein Versuch zur Aufsuchung des Ursprungs der den Muskeln und Nerven zugehörigen Kräfte.

Bis jetzt bleibt die Frage, woher die Nerven und Muskeln der Thiere ihre eigenthümlichen Kräfte hernehmen, in einem Zustand des Zweifels. Manche hielten das Gehirn für die Quelle nicht blos der verschiedenen Kräfte, welche durch Nerven sich äußern, sie mögen nun zur Empfindung, zur Reitzung der vom Willen abhängenden Muskeln, oder Organen zugehören, welche von seinem Einfluß frey sind, — sondern auch jener unbestimmten Kraft, durch welche Muskeln, bey angebrachtem Reitz, sich zusammenziehen.

Andre hingegen leiteten diese verschiedenen Eigenschaften aus den Schlagadern, welche entweder den Stoff und die Anlage zu jener feinen und eigenthümlichen Organisation liefern, wodurch Nerven und Muskeln zu ihren verschiedenen Verrichtungen geschickt gemacht werden, oder aus dem Blut irgend einen feinen Grundstoff hergeben, dergleichen Herr Fontana in demselben vermuthet, oder einen

solchen, mit dessen Untersuchung wir jetzt beschäftigt sind, welcher bey seiner verschiedenen Beschaffenheit in verschiedenen Theilen, die verborgene Ursach aller der Erscheinungen seyn kann, welche sich an Thieren äußern.

Die Vertheidiger der ersten Meynung bemerken, daß, wenn das Gehirn beträchtlich beschädigt, oder seine freye Verbindung mit bewegenden Theilen, vermittelst der Nerven, unterbrochen ist, ein Mangel an Empfindung so wohl, als an Bewegung, die einförmige Folge ist; und ferner, daß die verschiedenen Werkzeuge der Empfindung so wohl, als die Bewegung, von den übertriebenen Anstrengungen des Gehirns beym Denken eben so viel zu leiden scheinen, als von ihren eigenen Anstrengungen.

Die zweyte Meynung wird durch nicht minder wichtige Thatsachen uud Beobachtungen bestätigt. Aus Hallers Versuchen, von welchen einige in einem der früheren Bände der philosophischen Transactions angeführt sind, ergiebt sich, daß eine Lähmung der hintersten Enden der Thiere erfolgte, wenn ihre Aorta gebunden wurde.

D. Monro so wohl, als D. Alexander aus Halifax, haben bemerkt, daß, wenn alle die Blutgefäße, welche die hintersten Enden in Fröschen versorgen, getrennt waren, und eine Auflösung von Opium unter die Haut dieser hintersten Enden gespritzt wur-

de, sie in weniger als einer halben Stunde Bewegung und Gefühl verloren, da der vordere Theil sechs Stunden später keine merkliche Veränderung gelitten hatte; und bey D. Monro's Versuchen lebten die Frösche bis zum folgenden Tag. Hieraus schließt D. Monro, daß Nebenarterien, auf eine oder die andere Art, die Nerven so stimmen, daß sie geschickt werden, einen Eindruck zuzuführen. (Siehe seine Essays Physical and Literary.)

Auf der andern Seite, wo behauptet wird, daß Nerven die Eindrücke mit großer Genauigkeit zuführen, wie bey allen Sinnen, und sehr bemerklich bey demjenigen Theil, welchen einige als eine sechstes Sinnenwerkzeug zu betrachten den Einfall hatten, ist die Vertheilung der Blutgefäße viel weitläufiger, als in fast irgend einem andern gleichen Theil. Eben so ist allgemein bekannt, daß Vermehrung der Thätigkeit der Gefäße in einem Theil jederzeit mit einer verhältnißmäßigen Vermehrung seiner Empfindlichkeit begleitet ist.

Aus den schätzbaren Versuchen, welche Herr Cruikschanks angestellt hat, und welche seitdem die vollkommenste Bestätigung durch die von Herrn Fontana und andern angestellte Wiederholung erhalten haben, ergiebt sich, daß, ohne Rücksicht auf die zwischen Gehirn und Nerven bestehende Verwandschaft, die letztern, nach dem Herausschneiden gewiß

wieder erzeugt werden, und ihre Verrichtungen vollkommen hergestellt erhalten können. Auf welche Art dieses zu Stande kommen könne, wenn es nicht durch die Kraft der Schlagadern geschieht, wird sich, nach meiner Meynung, nicht so leicht angeben lassen.

Die von Galvani entdeckte Flüssigkeit scheint mir eine bewunderswürdige Probe zu seyn, wodurch etwas entscheidendes über diese wichtigen Punkte in der Physiologie der Thiere zur Gewißheit gebracht werden könnte; und von dieser Seite habe ich sie in den folgenden Versuchen benutzt.

Indem ich also das Gehirn auf der einen Seite, und das System der Blutgefäße auf der andern, als die möglichen Quellen betrachtete, aus welchen Nerven und Muskeln ihre Kraft hernehmen möchten; so fing ich an, die Wirkungen zu vergleichen, welche durch Störung ihrer Gemeinschaft, zuerst mit dem Gehirn, und dann mit den Schlagadern, entstehen.

Diese Verfahrungsart schien mir die beste Aussicht zu versprechen, um mich über jeden Gegenstand, welchen ich zur Absicht hatte, zu belehren; aber hauptsächlich über die Verhältnisse, welche diese Flüssigkeit zu den verschiedenen untersuchten Theilen haben möchte.

Ehe ich die Versuche erzähle, muß ich bemerken, daß die Vergleichung zwischen den Wirkungen einer blos theilweise gestörten Gemeinschaft ange-

stellt wurde; denn es muß einleuchten, daß eine völlige Unterbrechung, entweder der Verbindung der Nerven oder der Schlagadern, zwischen irgend einem Theil eines Thiers, und seinem übrigen Körper, nicht möglich gemacht werden konnte, ohne das Thier so sehr zu beschädigen, daß der Erfolg trüglich geworden wäre.

Versuche, bey welchen die Hüftnerven der Frösche getrennt waren.

Erster Versuch.

Ich trennte den Hüftnerven, blos auf einer Seite, in vier großen Fröschen. Die Trennung geschah ganz an der Spitze ihrer Schenkel, und ehe der Nerve den ersten großen Ast in die Muskeln der Schenkel geschickt hatte. Dieser Nerve liegt unmittelbar unter der großen Schenkelschlagader, mit welcher er durch eine Scheide von feiner, aber sehr starker Zellhaut, zusammenhängt. Ein kleiner Nerve, welcher einige von den Muskeln auf der untern Seite des Schenkels versorgt, wurde ungetrennt gelassen. Die Schenkel, deren Nerven getrennt waren, wurden unter dem Knie, und ganz nah über demselben, völlig gelähmt. Auch diese Schenkel zuckten, gleich nach der Trennung ihrer Nerven, sehr leb-

haft, wenn sie auf Zink gelegt und dadurch gereitzt wurden, daß man einen silbernen Stab in Berührung mit dem untern Theil des Knies herüber führte, bis er mit dem Zink zusammen kam; aber die andern Schenkel, welche man in ihrem natürlichen Zustand gelassen hatte, damit die zusammenziehende Kraft des einen Schenkels vollkommen mit der in dem andern verglichen werden könne, zogen sich nicht zusammen, wenn die Metalle auf ähnliche Art an sie gebracht wurden.

Diese Frösche wurden alle durch Abschneidung ihrer Köpfe getödtet; der erste nach Verlauf von zwey Tagen, nachdem der Nerve getrennt worden; der zweyte, am Ende von fünf Tagen; der dritte, am Ende von sieben; und der vierte, am Ende von neun Tagen. Ihre Schenkel wurden sorgfältig untersucht, und zwar auf die oben beschriebene Art, vier bis fünfmal an jedem Tag, nachdem ihre Köpfe weggenommen waren, so lang als nur ein Zusammenziehen erregt werden konnte; aber in keinem einzigen Fall konnte ich bemerken, daß die zusammenziehende Kraft entweder dauerhafter, oder lebhafter in den Schenkeln gewesen wäre, in welchen die Nerven nicht getrennt waren, als in jenen, wo sie getrennt waren.

So wohl bey diesen Versuchen, als bey allen meinen andern, wo eine Vergleichung zwischen den beyden Schenkeln des nämlichen Frosches angestellt

wurde, trennte ich gleiche Theile der Haut auf beyden Seiten, damit die Muskeln nicht auf eine ungleiche Art dem Wasser ausgesetzt würden, welches eine Täuschung in dem Erfolg veranlaßt haben würde.

Zweyter Versuch.

Am vergangenen ein und dreyßigsten März schnitt ich einen Frosch entzwey, in dessen einem Schenkel ich, vier Monate früher, eine Entzündung, durch Entblößung der Schlagader und des Nervens des Schenkels, erregt hatte. Die Entzündung war so heftig und allgemein geworden, daß der Frosch sein Häutchen dadurch verlor; und in Vergleichung mit einem gesunden Frosch, bemerkte man bey ihm ein sehr geschwindes Athemholen.

Drey Wochen später, als die Wunde in seinem Schenkel vollkommen verharrscht war, öffnete ich sie von neuem, und trennte den Hüftnerven. Keine allgemeine Entzündung erfolgte diesmal; auch überzog sich die Wunde nicht wieder; aber ohngefähr einen Monat früher als er getödtet wurde, hatte sich ein großes Geschwür, unmittelbar über den Nerven, angesetzt, aber nicht bis zu ihm heruntergesenkt. Das Glied war zu der Zeit, da ich den Frosch tödtete, so wohl ohne Bewegung, als ohne Gefühl, wie in dem ersten Augenblick, da der Nerve getrennt wurde; aber ein Zusammenziehen ent-

stand in demselben, wenn das Geschwüre mit Zink und Silber berührt wurde. Als aber der Frosch todt war, so fand ich das Zusammenziehen in diesem Schenkel weit schwächer, als in dem andern.

Die Metalle wurden jetzt an die Hüftnerven innerhalb des Bauchs gebracht. Ein lebhaftes Zusammenziehen erfolgte in dem gesunden Schenkel; aber keins in jenem, dessen Nerve getrennt war. Hieraus war deutlich, daß keine wirkliche Wiedererzeugung Statt gefunden hatte. Bey genauer Untersuchung des Nerven an dem getrennten Theil, fand ich, daß die getheilten Ende, welche sich beträchtlich von einander entfernt hatten, durch ein durchsichtiges gallertiges Wesen zusammen hingen. Aus dem oberen Ende, welches in eine Kegelform verlängert zu seyn schien, liefen verschiedene rothe Streifen in das dazwischen liegende Wesen. Das untere Ende war dunkel, verdickt, und abgerundet. Keine Spur von Spiralfasern zeigte sich, weder in dem zwischenliegenden Wesen, noch in dem Theil des Nerven oberhalb der Trennung, als diese Theile mit Hülfe eines Vergrößerungsglases untersucht wurden. Diese Substanz hatte eine hinlängliche Festigkeit erlangt, um den untern Theil des Nerven zu tragen, als der obere mit einer Scheere gehoben wurde.

Der Schenkel, in welchem der Nerve getrennt war, zog sich noch immer, so lang wie der andre,

zusammen, wiewol minder lebhaft; und der Theil, in welchem ich am längsten ein Zusammenziehen erregen konnte, war das Geschwür.

Dritter Versuch.

Am vergangenen vierzehnten April, tödtete ich zwey andre Frösche, indem ich ihre hintersten Enden von ihren Körpern trennte. Bey dem einen war der rechte Hüftnerve länger als sechs Wochen vor seinem Tode getrennt worden. In dem andern hatte man den einen Hüftnerven zwischen drey Wochen und einem Monat getrennt gehabt.

Die Schenkel dieser Frösche fanden sich bey der Untersuchung mit den Metallen, sowol vor, als nach ihrer Trennung vom Körper, in einem sehr verschiedenen Zustand von dem vorher erwähnten. Das Zusammenziehen war kaum merklich, die durch die Haut gemachten Einschnitte, um an ihre Nerven zu kommen, hatten sich in weniger als einer Woche, nachdem sie gemacht worden waren, völlig geschlossen.

Das Ansehen der Muskeln in den Schenkeln, deren Nerven getrennt waren, war genau das nämliche, wie bey denen, mit welchen man nichts vorgenommen hatte; aber ungeachtet dieses Umstands konnte man sogar starke elektrische Funken, aber kein Zusammenziehen, erregen. Bey Untersuchung der Nerven, fanden sich die Enden derjenigen, wel-

che am långsten getrennt waren, durch eine Substanz verbunden, welche gar nichts åhnliches mit einem Nerven hatte, sondern derjenigen gleich war, welche man bey dem vorigen Versuch gefunden hatte, und sichtbar aus dem obern Ende herkam.

Bey dem Nerven, welcher nicht so lang getrennt gewesen war, zeigte sich dieser Umstand noch sichtbarer, da die Substanz sich nicht vôllig bis zu dem untern Ende erstreckt hatte. Die Zellhaut, welche diese obern Enden umgab, hatte das Ansehen von unzåhligen fein eingesprizten Gefåssen; und einige rothe Streifen sah man, wie aus dem Nerven selber, in das gallertige Wesen hervortreten.

Bey dem gesunden Nerven konnte man die schrågen Linien von abwechselnder Dunkelheit und Durchsichtigkeit, oder, wie Fontana sie genennt hat, die weisen Spiralbånder der Nerven, sehr deutlich, auf den ersten Blick, und ohne Hůlfe eines Glases, sehen; aber keine Spur von ihnen fand sich in den Theilen der getrennten Nerven unterhalb der Trennung; diese waren einfôrmig dunkel. Ihre Grôße hatte sich indessen nicht im geringsten veråndert.

Die Organisation lang getrennter Nerven leidet also eine sehr sichtbare Verånderung; ohnerachtet keineswegs so deutlich erhellt, daß die nåmliche Verånderung in denjenigen Muskeln sich ereignet, in welche diese Nerven sich vertheilen. Aber ihre

Empfänglichkeit für die Wirkung der Elektricität so wohl, als dieser neuen Flüssigkeit, hatte sich fast ganz verloren. Manche dürften diesen Umstand für einen neuen Beweis ansehen, daß Reitze auf die Muskeln blos vermittelst der Nerven wirken.

Ich habe vorher bemerkt, daß Muskeln bey Fröschen, von welchen die Haut abgestreift war, in einer kurzen Zeit verhärteten, wenn sie der Wirkung des Wassers ausgesetzt wurden. Weil ich daher gern sehen wollte, ob irgend ein Unterschied zwischen denen Schenkeln, deren Nerven getrennt waren, und zwischen andern, in dieser Rücksicht, bemerkt werden könne; so legte ich sie in Wasser, und untersuchte sie alle zehn Minuten; aber beyde verhärteten fast zu gleicher Zeit.

Herr Allen, welcher in physiologischen Untersuchungen sehr geübt ist, war bey mir, als ich die Veränderung untersuchte, welche in einem dieser Nerven Statt gefunden hatte, weil er lang getrennt geblieben war; und ich hatte in der Folge Gelegenheit, es dem D. Rutherford zu zeigen. Bey allen den Fröschen, deren Nerven ich getrennt hatte, habe ich bemerkt, daß die getrennten Enden, wenn sie auch in die genauste Berührung mit einander gebracht waren, nach einiger Zeit wenigstens um den zwölften Theil eines Zolls sich von einander entfernten.

Versuche, bey welchen die Schenkelschlagadern in Fröschen, so nah an dem Rumpf ihrer Körper unterbunden wurden, als wo die Nerven bey den vorigen Versuchen getrennt worden waren.

Erster Versuch.

Nachdem beyde Schenkelschlagadern eines völlig erwachsenen Frosches entblößt waren, wurde eine derselben gebunden. Der Schenkel, an welchem dieses geschah, wurde augenblicklich schwächer als der andere, und schleppte fast, als das Thier in Wasser gethan wurde. Indessen konnte der Frosch noch immer mit großer Behendigkeit herum hüpfen. Vier Stunden nach dieser Operation, wurde er durch Zerquetschung seines Gehirns getödtet. Er fuhr fort, seine Schenkel willkürlich zu bewegen, wenn er berührt wurde; und dieses dauerte länger als zwey Tage; und ein Zusammenziehen konnte durch Anlegen der Metalle noch zwey Tage länger hervorgebracht werden. Bisweilen schien es etwas zweifelhaft, welcher Schenkel sich am lebhaftesten zusammenzog; aber meistentheils that dies derjenige Schenkel, an welchem die Schlagader frey blieb; und ein Zusammenziehen konnte in demselben noch über eine Stunde länger hervorgebracht werden,

nachdem alle Mittel, dergleichen in dem andern Schenkel hervor zu bringen; fehl geschlagen hatten.

Zweyter Versuch.

Binden wurden um die Schenkelschlagadern von zwey andern Fröschen herum gelegt; und einer derselben wurde sechs und dreyßig Stunden lebendig gelassen, ehe ihm der Kopf zerdrückt wurde; die andern ließ man noch vier Tage länger leben. Bey diesen war das Mißverhältniß zwischen der Lebhaftigkeit und Fortdauer des Zusammenziehens in den Schenkeln, mit welchem eine Vergleichung angestellt wurde, so viel größer, als in dem vorhergehenden Versuch, daß kein Zweifel wegen der Wirkung des Bindens einer Schlagader übrig blieb. Der Schenkel, dessen Schlagader vier Tage gebunden geblieben war, zog sich niemals so stark zusammen, als der andere; und alles Zusammenziehen hatte über zwanzig Stunden früher in ihm aufgehört, ehe es in jenem Schenkel aufgehört hatte, dessen Schlagader nicht gebunden war.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich mit Gewißheit, daß ein viel größerer Nachtheil für denjenigen Zustand eines Gliedes, von welchem das Zusammenziehen abhängt, durch Störung seines Umlaufs, als durch Trennung seiner Gemeinschaft mit dem Gehirn, verursacht wird.

Weil aber noch immer die Wirkungen der Hemmung des Einflusses des Gehirns, und des Umlaufs

nicht in den nämlichen, sondern in verschiedenen Thieren mit einander verglichen waren, deren Alter, verhältnißmäßige Stärke, u. d. gl., sehr leicht verschieden seyn konnte; so hielt ich für dienlich, die Vergleichung auf folgende Art zu wiederholen.

Versuche, bey welchen der Hüftnerve auf der einen Seite getrennt, und die Schenkelschlagader auf der andern, gebunden war.

Erster Versuch.

Ich trennte bey einem großen Frosch den Hüftnerven des einen Schenkels, und band die Schenkelschlagader, in dem andern. Beydemal wurde fast gar kein Blut verloren. Zwey Tage später, erdrosselte ich ihn. Während der ersten vier und zwanzig Stunden schien der Schenkel, bey welchem der Nerve getrennt war, sehr lebhaft sich zusammenzuziehen; nach diesem Zeitraum wurde der Unterschied zwischen ihnen zweifelhafter; aber das Zusammenziehen war zu keiner Zeit in dem Schenkel, dessen Schlagader gebunden war, stärker als in jenem, dessen Nerven ich getrennt hatte.

Zweyter Versuch.

Die nämlichen Behandlungen wurden an einem großen weiblichen Frosch voll Roggen vorge-

nommen. Vier Stunden später bemerkte man, daß er von einem männlichen belegt wurde, welchen man auf eine ähnliche Art behandelt hatte. Ich erwähne diesen Umstand, weil er zum Beweiß dienen kann, daß der durch die Operation erregte Schmerz wahrscheinlich nicht so groß war, daß er viel Täuschung hätte verursachen können.

Am folgenden Tage hatte er gelaicht; und am sechsten Tag nach der Operation wurde er erdrosselt. Als er auf eine Zinkplatte gelegt, und vermittelst eines silbernen Stabes gereizt wurde; so fand sich das Zusammenziehen in dem Schenkel mit der gebundenen Schlagader äußerst schwach, und in ohngefähr zwey und zwanzig Stunden nach seinem Tode hörte es ganz auf. In jenem Schenkel, dessen Nerve getrennt war, zeigte es sich so lebhaft, wie gewöhnlich in Schenkeln, welche zuvor nicht beschädigt waren; und es konnte noch zwey Tage später hervorgebracht werden, nachdem es in dem andern aufgehört hatte.

Dritter Versuch.

Nachdem ich die Schenkelschlagader auf der einen Seite gebunden, und den Hüftnerven auf der andern Seite, bey drey völlig erwachsenen Fröschen getrennt hatte; so erdrosselte ich sie alle an dem folgenden sechsten Tag. Die Ursach, warum ich die Frösche, mit welchen solche Versuche angestellt

wurden, entweder auf diese Art, oder durch Zerquetschung ihrer Köpfe, tödtete, wird einleuchten. Es war von Wichtigkeit, daß ihr Umlauf so unversehrt als möglich gelassen, und zu gleicher Zeit die Fortdauer des Schmerzes vermieden wurde, welcher durch Erschöpfung aller derjenigen Theile des Körpers, deren Gemeinschaft mit dem Gehirn nicht unterbrochen war, eine beträchtliche Aenderung in dem Erfolg der Versuche hervorbringen konnte.

Das vermittelst der Metalle erregte Zusammenziehen war, in allen diesen Fällen, ebenfalls so viel stärker und dauerhafter in den Schenkeln, deren Nerven getrennt waren, als in jenen Schenkeln, deren Schlagadern ich gebunden hatte, wie ich es in dem vorhergehenden Versuch gefunden hatte.

Nachdem ich auf diese Art überzeugt war, daß eine Verminderung des Umlaufs in einem Theil, mit einer verhältnißmäßigen Verminderung der Kräfte der Nerven und Muskeln in diesem Theil zusammenhing; so schritt ich zunächst zu der Untersuchung, ob ein verstärkter Umlauf mit einem verhältnißmäßigen Wachsthum dieser Kräfte begleitet seyn würde.

Daß dieses wirklich der Fall mit den Nerven ist, scheinen die wenigen Erfahrungen, welche ich von dem Auge in einem Entzündungszustand erzählt

habe,

habe, zu beweisen; und wir wissen alle, wie sehr die Empfindlichkeit eines jeden Theils des Körpers, durch Verstärkung der Thätigkeit der Gefäße, verstärkt wird. Daß ein ähnliches Verhältniß zwischen einer verstärkten Thätigkeit der Schlagadern, und der zusammenziehenden Kraft der Muskeln Statt findet, wird, wie ich glaube, durch den folgenden Versuch bewiesen.

Versuche, welche in der Absicht angestellt wurden, um einige Wirkungen der Entzündung zur Gewißheit zu bringen.

Erster Versuch.

Ich habe vorher gesagt, daß, wenn ein lebendiger und unversehrter Frosch auf eine Zinkplatte gelegt wird, sehr selten ein Zusammenziehen in irgend einem Theil seines Körpers hervorgebracht werden könne, wenn man einen silbernen Stab herüber führt, so daß Silber, Frosch und Zink, alles in Berührung mit einander steht. Aber ich habe in mehr als zwanzig Versuchen gefunden, daß wenn Entzündung in einem Hinterschenkel eines Frosches, durch Reitzung mit einer Bürste, verursacht wurde, ein Zusammenziehen gleichförmig in diesem Schenkel Statt fand, wenn man die Me

talle an denselben brachte, ohnerachtet keins in demselben vor der Entzündung, bewirkt wurde, auch niemals in dem andern Schenkel bewirkt werden konnte, welcher in seinem natürlichen Zustand geblieben war.

Zweyter Versuch.

Nachdem ich vorläufig eine Entzündung, vermittelst einer Bürste, in dem Fuß und Schenkel eines gesunden und großen Frosches erregt hatte; so schnitt ich ihm den Kopf ab. Das durch die Metalle erregte Zusammenziehen in dem entzündeten Schenkel zeigte sich in lebhaften und augenblicklichen Stößen; das in dem gesunden Schenkel war matter, und schwerer hervorzubringen. Die willkürlichen Bewegungen blieben damals in beyden fast einerley. Bis zum Ende des zweyten Tages, nachdem diesem Frosch der Kopf war abgeschnitten worden, dauerte das in dem entzündeten Schenkel erregte Zusammenziehen einförmig fort, und war über allen Vergleich lebhafter, als ich es durch irgend ein Mittel in dem gesunden Schenkel hervorbringen konnte. Aber nach dieser Zeit wurde der entzündete Schenkel hart, wie ein Stück Holz; wahrscheinlich wegen der Ergießung, zu welcher die Entzündung Anlaß gegeben hatte.

Der Erfolg von fünf ähnlichen Versuchen war so fast völlig der nämliche, daß man mich für unnö-

thig weitläuftig halten würde, wenn ich sie einzeln angeben wollte.

Wir sind jetzt vielleicht vorbereitet, um den Mangel an zusammenziehender Kraft in denjenigen Schenkeln zu erklären, deren Hüftnerven getrennt waren, der eine, zwischen drey Wochen und einem Monat, der andere, sechs Wochen, — in Vergleichung mit ihrer Fortdauer in dem Schenkel, dessen Nerve länger als drey Monate getrennt war. Es ergiebt sich aus den Umständen dieser Versuche, daß einige Schlagadern, welche zur Versorgung der Hüftnerven in Fröschen bestimmt sind, den nämlichen Lauf haben, wie die Nerven selber; indem man das Absetzen von neuem Stoff in allen von der obern Trennung der Nerven verfolgen konnte.

Es ist daher einleuchtend, daß der Theil der Nerven unterhalb der Trennung, einen so beträchtlichen Theil ihrer gewöhnlichen Nahrung aus den Schlagadern verloren haben mußte, wodurch mit der Zeit irgend eine Veränderung in ihrem Bau, und folglich in ihren Kräften entstanden seyn würde. Wir finden daher, daß eine solche Abnahme an Kraft, wirklich Statt fand. Es ist ferner wahrscheinlich, daß je nachdem der Zugang aus den Schlagadern wieder hergestellt war, die Kräfte jenes Nerven, welcher drey Monate getrennt gewesen, ebenfalls wieder hergestellt wurden.

Diese Vermuthung wird durch jedes Beyspiel bestätigt, wo Nerven wieder erzeugt werden; und wir finden, daß die Verrichtungen solcher Theile, in welchen sie getrennt waren, nicht unmittelbar, sondern allmählig wieder hergestellt werden.

Herr Fontana scheint zu schnell die Meynung angenommen zu haben, daß die Hüftnerven, nach der Trennung, wahrscheinlich niemals durch ächtes Nervengewebe sich wieder vereinigen, weil keine Widervereinigung während des sehr kurzen Zeitraums Statt fand, welchen er zwischen ihrer Trennung und ihrer nachfolgenden Untersuchung, verlaufen ließ.

In den Versuchen, welche ich erzählt habe, scheint der Fortschritt zur Wiedervereinigung in sehr genauem Verhältniß mit der Zeit gestanden zu haben, während welcher die Nerven getrennt geblieben waren; und in einem von D. Monro erzählten Versuch, wo der Hüftnerve eines Frosches ein Jahr vor dem Tode getrennt worden, war die Ergänzung so weit vorgerückt, daß er im vollkommenen Zustand zu seyn schien. Auch kann ich nicht zweifeln, daß so wohl die Empfindsamkeit, als die Bewegung des Gliedes, wieder hergestellt gewesen seyn würde, wenn man das Thier lang genug am Leben gelassen hätte. Die folgende Thatsache macht diese Vermuthung wenigstens äußerst wahrscheinlich.

In dem ersten Band der Edinburger medicinischen Versuche, wird der Fall mit einem Kapitän eines Kriegsschiffes erzählt, welcher den Gebrauch seines rechten Arms durch eine Schußwunde in den Nacken gänzlich verloren hatte. Die Umstände dieses Falles waren von der Art, daß kein Grund zu zweifeln übrig war, daß der Verlust der Bewegungskraft in dem Arm dieses Herrn, der Trennung der Nakennerven, welche in den Arm gehen, zugeschrieben werden müsse; gleichwol wurde nicht nur der völlige Gebrauch, sondern auch die Stärke dieses Arms, in einem Zeitraum von ungefähr drittehalb Jahren, wieder hergestellt. Ein vollkommen befriedigender Beweiß, daß eine wirkliche Wiedergeburt der Nerven, in diesem Fall, Statt gehabt hatte; und geschah sie hier, so sieht man keine Ursach, warum sie nicht ebenfalls in jedem andern Theil des Körpers Statt finden sollte.

Schwer dürfte es seyn, eine befriedigende Ursach von der sehr schnellen Wiederherstellung der Intercostalnerven, des Par vagum, und der zurückkehrenden Nerven, in Vergleichung mit der großen Länge von Zeit, welche zur Wiedererzeugung anderer erfordert wird, anzugeben. Könnte es nicht daher kommen, weil sie auf eine sehr reichliche Art mit Schlagadern, wahrscheinlich so wohl in aufsteigender, als in absteigender Richtung, versorgt werden? von oben, durch die oberen, und

von unten, durch die untern Schlagadern des Larynx?

Im Ganzen ergiebt sich daher mit ziemlicher Gewißheit, daß das Blutsystem weit näher, als das Gehirn, zur Unterhaltung desjenigen Zustandes der Muskeln und Nerven beyträgt, von welchem die Erscheinungen des Zusammenziehens abhängen; indem jener Zustand weit mehr durch Hemmung des Einflusses des ersten, als des letzten, leidet.

Alle Versuche und Beobachtungen, welche über die Wiedergeburt einzelner Theile angestellt würden, beweisen deutlich, daß Nerven und Muskeln, gemeinschaftlich mit allen andern Theilen des Körpers, ihren Bau von den Schlagadern hernahmen; und es ist augenscheinlich, daß von diesem Bau ihre verschiedenen Eigenschaften gewissermaßen abhängen müssen. Aber Herrn Galvani's Entdeckung einer feinen Flüssigkeit, welche, dem Scheine nach, aus dem einen Theil eines Thiers in einem andern, vermittelst fremdartiger Substanzen, übergeht; kann vernünftiger Weise zu einer Muthmaßung Anlaß geben, daß die Erscheinungen, welche sich an Nerven und Muskeln zeigen, vielleicht weit unmittelbarer von irgend einer solchen Flüssigkeit abhängen; und es sind Gründe vorhanden, wodurch manche zu der Vermuthung gebracht werden können, daß selbst diese aus dem Blut ihren Ursprung habe.

Versuche, welche durch einige Meynungen des Herrn Fontana veranlaßt wurden.

Durch die größte Menge von Versuchen, welche vielleicht jemals von einem Physiologen angestellt wurden, ist Herr Fontana zu dem Schluß geführt worden, daß Otterngift, Opium und verschiedene andere Gifte, welche er untersuchte, keine andern Wirkungen hervorbringen, wenn sie unmittelbar an Nerven und Muskeln allein gebracht werden, als daß sie Leben zerstören, indem sie ihren Einfluß auf irgend einen feinen im Blut vorhandenen Grundstoff äußern.

Unabhängig von den Versuchen, welche Herr Fontana über diesen Gegenstand bekannt gemacht hat, dürfte seine Meynung von dem Daseyn eines solchen Grundstoffs vielleicht keine unbedeutende Unterstützung in den Meynungen der Herrn Harvey und Hunter, über das Leben des Bluts, und in jenen Versuchen finden, durch welche Herr Hewson gezeigt hat, daß Veränderungen augenblicklich in der Gerinnbarkeit des Blutes, durch Leidenschaften des Gemüths, und durch alles, was auf die Thätigkeit des Herzens und der Schlagadern Einfluß hat, entstehen.

Ein Versuch, welchen D. Alexander aus Halifax angestellt, und im Jahr 1790 hier, in seinem

vortreflichen Satz — de partibus corporis, quae viribus opii parent, — bekannt gemacht hat, könnte Anfangs für eine hinlängliche Widerlegung der Meynung des Herrn Fontana gehalten werden.

Er fand, daß die Einspritzung von drey und dreyßig Tropfen einer starken Auflösung von Opium in Wasser, in die Drosselader eines großen Kaninchens, es eben so, wie bey Herrn Fontana's Versuchen, in vier und einer halben Minute, tödtete; da hingegen das Einspritzen der nämliche Menge in die Schenkelblutader in beyden Schenkeln eines andern Kaninchens, bey einer Zwischenzeit von sechs und zwanzig Minuten zwischen den beyden Einspritzungen, das Thier zwar auf einige Stunden schläfrig und dumm machte, aber ihm keinen wesentlichen oder bleibenden Schaden zufügte.

Hieraus schließt D. Alexander, daß die Einspritzung des Opiums in die Drosselader das Thier nicht dadurch tödtete, daß es blos auf das Blut wirkte; denn, wäre dieses, so würde die nämliche Wirkung sich geäußert haben, wenn man eine gleiche Menge in eine andere Blutader des Körpers gelassen hätte; aber eine doppelt so große Menge, als jene, welche den Tod verursacht hatte, da sie in die Drosselader gebracht wurde, veranlaßte ihn keinesweges, da man sie in die Schenkelblutadern brachte.

Freylich lassen sich durch einen einzigen Versuch, für so fürchterlich er auch gehalten werden muß, die unzähligen Feinde nicht zurückschlagen, welche Herr Fontana in den Kampf geführt hat. Ueberdem läßt sich selbst gegen diesen einen die Einwendung machen, daß das Opium in Blutadern gebracht wurde, von welcher es einen so viel längeren Weg nach dem Blut in den Schlagadern, als aus der Drosselader nehmen, und folglich so viel verdünnter, und vielleicht in seiner Natur veränderter werden mußte, ehe es dorthin kam, daß der Unterschied der Wirkung in den beyden verglichenen Fällen daraus hinlänglich erklärt werden konnte.

Die durch Galvani's Entdeckung verschaffte Gelegenheit, die Wahrheit der von Herrn Fontana behaupteten Meynung vollständiger zu prüfen, und die dadurch gezeigte Möglichkeit, daß wenn irgend ein solcher Grundstoff, wie er in dem Blute vermuthet, wirklich in demselben gefunden werden sollte, er ganz einerley mit dem von Herren Galvani entdeckten ausfallen dürfte, veranlaßte mich, die folgenden Versuchen anzustellen.

Erster Versuch.

Nachdem ich zwey Frösche, so sehr wie möglich, von gleicher Größe und Lebhaftigkeit, ausgesucht hatte; so nahm ich dem einen sein Blut, indem ich zuerst eine seiner Schenkelblutadern, als-

dann eine Schenkelschlagader, und zuletzt nach allem, das Herz öfnete. Um mich von der völligen Ausleerung seines Blutes zu versichern, spritzte ich zunächst Wasser in sein Herz, und gleich hernach vierzig Tropfen von einer starken wässerigen Auflösung von Opium.

(Diese Auflösung, welche die nämliche ist, deren ich mich in allen meinen Versuchen bediente, war von der nämlichen Stärke, wie diejenige, deren sich D. Alexander bey den meisten der seinigen bediente; das heißt, eine Unze rohen Opium, in einem Mörser mit drittehalb Unzen Wasser vermischt, und durch Papier filtrirt, nachdem es zwölf Stunden in einer dicht verkorkten Flasche bey einem Kaminfeuer gestanden hatte.)

Ich entfernte alsdann das Brustbein des andern Frosches; und nachdem ich eine Oeffnung in seine Herzkammer gemacht hatte, so spritzte ich in dieselbe ebenfalls vierzig Tropfen von der Auflösung. Weniger Blut wurde dabey vergossen, als man Anfangs erwartet haben würde; denn die Kammer zieht sich, gleich nach dem Einschnitt, so stark zusammen, daß der Austritt von vielem Blut verhindert wird, wofern der Einschnitt nicht, wie bey dem andern Frosch, absichtlich groß gemacht wird.

Der Augenblick, in welchem jede Einspritzung geschah, wurde genau bemerkt; und die Zeit, welche über dem Ausleeren des Blutes aus dem ersten Frosch verging, wurde in Anschlag gebracht. Der

Frosch, welchem man das Blut entzogen hatte, hörte fast eine Stunde früher, als der andere, auf, sich zusammenzuziehen, wenn er gereitzt wurde, selbst wenn man nicht von der Zeit des Einspritzens, sondern von dem Augenblick an rechnet, da ich ihn bluten zu lassen anfing; auch konnte ich einen ganzen Tag früher kein Zusammenziehen in ihm vermittelst der Metalle hervorbringen, ehe es in dem andern Frosch aufgehört hatte, sich nach angebrachten Reitzungen zu äußern.

Zweyter Versuch.

Da die Ausleerung des Bluts aus einem lebendigen Thier eine etwas harte Behandlung ist, und leicht zu einer Täuschung bey dem letzten Versuch Gelegenheit gegeben haben konnte, weil der Frosch, an welchem dieses geschah, einem höhern Grad von Schmerz, und folglich von Erschöpfung, ausgesetzt wurde, als der andre; so zerquetschte ich bey zwey andern Fröschen zuerst das Gehirn, ehe ich, wie bey dem vorigen Versuch, dem einen das Blut wegließ. Anstatt vierzig Tropfen, spritzte ich jetzt nicht mehr als dreyzehn von der stärksten Auflösung von Opium, einem jeden dieser Frösche in das Herz.

In dem ersten Augenblick, da die Einspritzung hineintrat, wurden beyde Herzen weiß, und hörten auf, sich zusammenzuziehen. Acht und vierzig

Stunden nach dem Einspritzen des Opium, war das Zusammenziehen, welches durch die Metalle in dem blutleeren Frosch erregt wurde, sehr gering geworden, zumal in dem Glied, dessen Blut- und Schlagadern man geöffnet hatte. Der andere Frosch zog sich noch immer so lebhaft zusammen, daß er seinen Körper von der Zinkplatte, auf welcher er lag, empor hob.

Zwey und siebzig Stunden nach dem Einspritzen, konnte kein Zusammenziehen in dem Frosch erregt werden, welchem man das Blut entzogen hatte, außer ein sehr geringes in dem Schenkel, dessen Blut- und Schlagader man nicht geöffnet hatte. Das Zusammenziehen in den Schenkeln des andern Frosches blieb noch immer so lebhaft, daß es seinen Körper von der Platte empor hob; und einiges ließ sich sogar durch mechanischen Reitz hervorbringen.

Sechs und neunzig Stunden nach Einspritzung des Opium (da beyde Frösche die ganze Nacht außer dem Wasser gelegen hatten), wurde der blutleere ganz faulend gefunden. In dem andern war das Zusammenziehen, welches durch einen an die Schenkel gebrachten Reitz erregt wurde, stark genug, um die Füße zu bewegen; weil indessen der Körper faul und widerlich geworden war, so wurde er weggeworfen.

Dritter Versuch.

Nachdem man die Köpfe von zwey andern völlig erwachsenen und lebhaften Fröschen erdrückt hatte; so wurden ihre Herzen entblößt, und das Blut wurde dem einen, so wie in den vorigen Versuchen, entzogen. Nachdem man einen kleinen Theil der Hirnschale von beyden weggenommen hatte, so wurden acht Tropfen von der starken Auflösung von Opium auf ihr Gehirn gespritzt. Wenigstens die halbe Menge schien aus der Wunde wieder zurückzutreten. Beyde Frösche verloren, gleich nach dem Einspritzen, alle Bewegung; erholten sich aber ohngefähr in einer Stunde beträchtlich.

Willkürliche Bewegungen dauerten länger als funfzig Stunden in den Schenkeln derjenigen fort, welchen man das Blut nicht entzogen hatte; und ein Zusammenziehen konnte durch die Metalle noch vier und zwanzig Stunden später, nachdem es in ihnen aufgehört hatte, in denjenigen erregt werden, welchen man das Blut entzogen hatte.

Die folgenden Versuche können für noch befriedigender, als die vorigen, deswegen gehalten werden; weil die Vergleichung zwischen den Wirkungen des Opium, an verschiedenen, aber ähnlichen Theilen des nämlichen Frosches, unter verschiedenen Umständen, angestellt wurden.

Vierter Versuch.

Nachdem ich eine der Schlagadern in dem Schenkel eines Frosches in eine dichte Binde, so nah an den Körper als möglich, verschlossen hatte; so ließ ich vier Tage vergehen, und spritzte dann, durch eine Oeffnung in seinem Schädel, acht Tropfen von der starken Auflösung auf sein Gehirn, und in einer Richtung gegen sein Rückenmark. Dieser Frosch blieb über eine Stunde in den gewaltsamsten Zuckungen, und in zwey Stunden war er nach allem Anschein todt. Als er auf Zink gelegt, und mit Silber gereitzt wurde; so war das Zusammenziehen Anfangs in dem einen Schenkel nicht merklich stärker, als in dem andern. Indessen war es nach acht Stunden sichtbar stärker in dem Schenkel, dessen Schlagader frey blieb.

Nach ein und zwanzig Stunden wurde dieser Unterschied noch entscheidender. Am Ende von vier und dreyßig Stunden konnte fast gar kein Zusammenziehen in dem Schenkel mehr hervorgebracht werden, dessen Schlagader gebunden war; ohnerachtet es in dem andern lebhaft fortdauerte; und am Ende von sechs und vierzig Stunden war es in jenem Schenkel gar nicht mehr hervorzubringen, dessen Schlagader gebunden war. In dem andern dauerte es noch mehrere Stunden länger.

Fünfter Versuch.

Nachdem ich die eine Schenkelschlagader eines andern Frosches gebunden hatte, füllte ich unmittelbar hernach seinen Magen mit einer gesättigten Auflösung von Opium in Wasser. Der Unterschied zwischen der Stärke und Dauer des Zusammenziehens, welches durch die Metalle in beyden Schenkeln dieses Frosches erregt wurde, war nicht so groß, wie bey dem vorigen; indessen war der Unterschied immer noch beträchtlich zum Vortheil desjenigen Schenkels, in welchem die Schlagader frey geblieben war.

Sechster Versuch.

Bey zwey andern Fröschen, in deren jedem eine Schenkelschlagader gebunden worden, und unter deren Schädel man gleich hernach die Auflösung von Opium eingespritzt hatte, ohne auf die Menge Rücksicht zu nehmen, zeigte sich das Zusammenziehen in denen Schenkeln, deren Schlagadern gebunden waren, sehr wenig schwächer, als in den andern, wo sie nicht gebunden waren; und es ließ sich während einer gleichen Länge von Zeit in beyden hervorbringen.

Siebenter Versuch.

Nachdem ich die Schenkelschlagader eines andern Frosches gebunden hatte; so füllte ich Magen

so wohl, als Bauch, gleich hernach mit einer starken Auflösung von Opium. In einer Stunde später war er, nach dem Anschein völlig todt. Am Ende von acht Stunden war das Zusammenziehen, welches durch die Metalle erregt wurde, in demjenigen Schenkel, dessen Schlagader gebunden war, sehr schwach geworden, in Vergleichung mit dem Zusammenziehen in dem andern Schenkel; und am Ende von zwölf Stunden konnte in keinem Theil des Frosches ein Zusammenziehen hervorgebracht werden, ausgenommen in dem Schenkel, dessen Schlagader frey geblieben war. Bey diesem konnte es noch ohngefähr eine Stunde länger hervorgebracht werden.

Da es möglich war, daß die schnellere Erschöpfung der Schenkel, in welchen die Schlagadern gebunden waren, gewissermaßen dem Schmerz zugeschrieben werden könnte, welcher durch diese Behandlung veranlaßt wurde; so wiederholte ich den Versuch mit der folgenden Abänderung.

Achter Versuch.

Ich trennte zuerst die Hüftnerven in beyden Schenkeln von zwey Fröschen, und band alsdann die Schenkelschlagader in dem einen Schenkel eines jeden. Acht Tropfen von der Opiumauflösung wurden gleich hernach auf ihr Gehirn gespritzt. Aber der

der Erfolg dieses Versuchs war genau der nämliche, wie der größere Theil der zuvor erzählten. Das Zusammenziehen, welches durch die Metalle in denen Schenkeln, deren Schlagadern gebunden waren, hervorgebracht wurde, war einförmig schwächer und von kürzerer Dauer, als dasjenige, welches in den andern Schenkeln erregt wurde. Indessen ist deutlich, daß bey allen diesen Versuchen das gerade Gegentheil hievon hätte erfolgen müssen, wenn die Behauptung des Herrn Fontana richtig gewesen wäre, daß das Opium auf keinen Theil des Körpers wirkt, als vermittelst des Bluts.

Die Versuche, welche ich jetzt erzählen werde, dürften vielleicht noch befriedigender scheinen.

Neunter Versuch.

Nachdem ich auf einerley Art die beyden Hüftnerven eines Frosches, an dem obern Ende seiner Schenkel, entblößt hatte; so legte ich um den einen von ihnen ein Band, und zog es so dicht zusammen, als möglich, ohne den Nerven zu trennen. Ich entfernte alsdann einen Theil seines Schädels; und vermittelst einer kleinen Bürste hielt ich ihn, während mehrerer Stunden, beständig mit Laudanum feucht. Der Frosch bekam bald Zuckungen; und blieb, während zehn bis zwölf Stunden, in jenem Zustand übertriebener Empfindlichkeit, welchen das Opium jedesmal in diesen Thieren unfehlbar hervorbringt.

Es verdient hier bemerkt zu werden, daß so lang, als sie in diesem Zustand sind, die geringste Berührung einer Feder, oder selbst das Anhauchen, augenblickliche Zuckungen hervorbringt. Der Schenkel, dessen Nerve gebunden war, blieb während dieser Zeit gelähmt; als er aber auf Zink gelegt, und mit Silber gereitzt wurde, so zog er sich eben so stark zusammen, wie der andere. Nach 43 Stunden war das Zusammenziehen in dem Schenkel, dessen Nerven nicht gebunden war, sehr schwach; aber in dem andern noch immer lebhaft. Nach 53 Stunden konnte in keinem Theil des Frosches ein Zusammenziehen erregt werden, außer in dem Schenkel, dessen Nerve gebunden war. In diesem war es hinlänglich stark, um den Fuß zu bewegen, und blieb so noch über eine Stunde.

Zehnter Versuch.

Nachdem einer von den Schenkelnerven eines andern Frosches auf eine ähnliche Art gebunden worden; so wurden acht Tropfen von der starken Auflösung von Opium auf sein Gehirn gespritzt. Das Thier verlor sogleich alle Bewegung; aber in weniger als einer Stunde später, erholte es sich beträchtlich.

Das Zusammenziehen, welches in dem Schenkel, dessen Nerve frey war, durch die Metalle erregt wurde, ward bald schwächer, als das in dem andern Schenkel, dessen Nerven man gebunden

hatte. Dieses Mißverhältniß zwischen beyden nahm während 96 Stunden immer mehr zu, nachdem das Opium eingespritzt war, da kein Zusammenziehen in dem Schenkel, dessen Nerve frey blieb, länger hervorgebracht werden konnte. In dem andern, dessen Nerve gebunden war, hielt es noch 4 Stunden später an.

Eilfter Versuch.

Gleich nachdem ich den Hüftnerven blos in einem einzigen Schenkel bey drey andern Fröschen getrennt hatte; spritzte ich unter ihre Schädel so viel von jener starken Opiumauflösung, als nur hineingebracht werden konnte. Die Schenkel, in welchen die Nerven getrennt waren, behielten ihre zusammenziehende Kraft verschiedene Stunden länger, nachdem sie in den andern aufgehört hatte.

Hieraus sehen wir also keinen Grund zu der Vermuthung, daß das schnellere Aufhören des Zusammenziehens in denjenigen Schenkeln, in welchen die Schenkelschlagadern gebunden waren, als in den andern, an welchen man keine Operation vorgenommen hatte, dem Schmerz zuzuschreiben sey, welcher durch eine solche Behandlung verursacht wird; indem sogar die schmerzhafteren Operationen des Bindens oder Trennens der Hüftnerven mit keiner solchen Wirkung begleitet waren.

Im Ganzen ergiebt sich also, daß der Schluß, welchen Herr Fontana aus seinen zahlreichen Versuchen mit Opium zieht: — „daß der Umlauf des Bluts und der Feuchtigkeiten in der thierischen Maschine, das Vehikel für das Opium sey, und daß es ohne diesen Umlauf, keine Wirkung auf den lebendigen Körper äußern würde") — das gerade Gegentheil von dem ist, welchen ich aus den eben erzählten Versuchen zu ziehen mich verbürge; indem die am meisten von der Wirkung des Opium veränderten Theile, nicht diejenigen waren, in welchen der Umlauf ganz frey blieb; sondern diejenigen, in welcheu er fast gänzlich gehemmt war; und da in zwey Theilen, wo der Umlauf gleich und ungestört blieb, die Wirkung des Opium dadurch ungleich gemacht wurde, daß man die Gemeinschaft des einen von ihnen, vermittelst der Nerven, mit denjenigen Theilen, an welche das Opium gebracht wurde, gestört hatte.

Das Daseyn von irgend einem solchen Grundstoff im Blut, dergleichen Herr Fontana in demselben vermuthet, ist folglich viel zu ungewiß geworden, als daß ich auch nur zugeben sollte, daß es jemals bewiesen werden könne; weit weniger, daß es sich als einerley mit demjenigen zeigen sollte, welchen Herr Galvani entdeckt hat, oder mit jenem, von welcher Art er auch seyn mag, von welchem die Erscheinungen der Nerven und Muskeln abhängen mögen.

Anhang.

Ich hatte die Erzählung der vorhergehenden Versuche nicht durch die Erwähnung der folgenden Thatsachen unterbrechen wollen, zu deren Beobachtung sie mir eine Gelegenheit verschaften, da sie in keiner unmittelbaren Verbindung mit denjenigen Gegenständen stehen, wegen welcher jene Versuche angestellt wurden; und ich habe noch einige zu erzählen, welche ich, bey der Eile, mit welcher diese Blätter für die Presse fertig gemacht wurden, an ihren gehörigen Stellen einzurücken unterlassen hatte.

1) Bey einem meiner ersten Versuche, wo ich Gelegenheit hatte, einen Frosch ziemlich unversehrt zu lassen, so lang als ein Zusammenziehen in irgend einem Theil seines Körpers erregt werden konnte, fand ich zu meinem Erstaunen, daß bey Entfernung des Brustbeins, sein Herz mit Zucken aufgehört hatte; auch konnte es durch keine angebrachten Reitzmittel, von welcher Art sie auch seyn mochten, wieder erregt werden; ohnerachtet das Zusammenziehen in seinen Hinterschenkeln, welches durch die Metalle hervorgebracht wurde, noch immer lebhaft war, und verschiedene Stunden länger so blieb.

Als ich eine besondere Aufmerksamkeit auf diesen Umstand bey einem andern Frosch wendete, auf

dessen Gehirn man Opium gespritzt hatte; so fand ich, daß seine Schenkel über 40 Stunden länger reitzbar blieben, als sein Herz. Diese Entdeckung der Fortdauer der zusammenziehenden Kraft in den Muskeln der hintern Enden, so lang nach ihrer Verschwindung in dem Herzen, steht so sehr im Widerspruch mit der allgemein hierüber angenommenen, und unter den Physiologen längst festgesetzten Meynung, daß ich kaum erwarten kann, ihr Glauben bey denen zu verschaffen, welche nicht selber Gelegenheit haben dürften, sie zu bemerken.

Es ist indessen eine Thatsache, von welcher ich, im Verlauf dieser Versuche, die befriedigendesten und einförmigsten Beweise, so wohl bey solchen Fröschen gehabt habe, welche dem Einfluß des Opium ausgesetzt waren, als bey andern, mit welchem dies der Fall nicht war.

Wenn die Beobachter bisher eine verschiedene Meynung hierüber gehabt haben; so sollte man bedenken, daß wir, bis zu der von Galvani gemachten Entdeckung, keine Mittel hatten, uns von der Gegenwart der zusammenziehenden Kraft der Muskeln zu überzeugen, welche nicht zu eben der Zeit, da sie ihre Fortdauer anzeigten, auf ihre Zerstörung hinwirkten, und es uns folglich unmöglich machten, ihren natürlichen Fortgang bis zum Verlöschen zu verfolgen.

Ich habe mehr als einmal den nämlichen Umstand so wohl an Katzen als an Kaninchen, beobachtet.

2) D. Alexander sagt uns in seinem bereits angeführten vortreflichen Satz, daß die zusammenziehende Kraft aller willkürlichen Muskeln in Fröschen, im Verlauf von sehr wenigen Minuten zerstört wurde, daß man acht Tropfen von einer starken Opiumauflösung in Wasser (welche jener ähnlich war, deren ich mich bediente), auf die Flächen ihrer Gehirne spritzte; daß aber das Zusammenziehen ihrer Herzen nicht viel, vielleicht gar nicht durch diese Behandlung zu leiden schien.

Bey allen den ähnlichen Versuchen, welche ich angestellt habe, war der Erfolg sehr verschieden. Ich fand es nicht möglich, durch irgend eine Menge weder von wässeriger, noch von geistiger Opiumauflösung, welche auf das Gehirn von Fröschen gespritzt wurde, jene schnelle Verlöschung der zusammenziehenden Kraft ihrer willkürlichen Muskeln, wovon D. Alexander spricht, hervorzubringen. Gewöhnlich erholten sie sich, in weniger als einer Stunde, von der völligen Fühllosigkeit und Lähmung, welche Anfangs durch das eingespritzte Opium veranlaßt wurde; und nach der Zeit dauerten ihre freywilligen Bewegungen fast jedesmal mehrere Stunden länger fort; und durch das Anlegen der Metalle konnte sogar Tage lang ein Zusammenziehen erregt werden. Ihre Herzen verloren, wie ich bereits gesagt habe, ein-

förmig ihr Gefühl für die Wirkung der Reitze, weit früher als ihre hintersten Enden.

3) Die Beweise wider die veralterte Lehre von Ausschwitzung durch Theile eines lebendigen Körpers, sind bereits so zahlreich und befriedigend, daß man für unnöthig halten dürfte, wenn man hier einen anführen wollte, welcher so weit, als es die Haut von Fröschen betrifft, wenigstens entscheidend ist, und sich aus der bereits erwähnten Thatsache ableiten läßt; daß, so lang als die Haut auf den Gliedern der Frösche gelassen wurde, die zusammenziehende Kraft ihrer Muskeln, wenn man sie in Wasser legte, sichtbar erhalten wurde; da hingegen, wenn die Haut abgenommen war, die Muskeln in sehr wenigen Stunden hart, und zum Zusammenziehen unfähig wurden. Wäre eine Möglichkeit vorhanden gewesen, daß Wasser sich durch die Haut gezogen hätten; so hätte dieser Unterschied unmöglich Statt finden können.

4) Als ich von einigen Verwandtschaften sprach, welche zwischen der von Galvani entdeckten Flüssigkeit und den Nerven Statt finden, unterließ ich die Erwähnung der folgenden Thatsachen.

Eine sehr verschiedene Wirkung erfolgt, wenn die Metalle an das Gehirn, oder Rückenmark der Frösche, als wenn sie an ihre Nerven gebracht werden. In dem letztern Fall habe ich bemerkt, daß jeder Muskel, in welchen ein Nerve unterhalb des

berührten Theils geht, zu einem augenblicklichen Zusammenziehen gebracht werden könne. Aber keine Muskeln können zum Zusammenziehen gebracht werden, wenn die Metalle an das Gehirn oder Rückenmark gebracht werden; ausgenommen solche, welche ihre Nerven von demjenigen Theil hernehmen, welcher unmittelbar in Berührung mit den Metallen ist. Die Flüssigkeit reitzt nicht und geht nicht längs dem Rückenmark, wie sie längs dem Stamm eines Nerven hingeht, um alle andere Nerven zu verändern, welche aus ihm entspringen.

Ich wurde zum erstenmal mit dieser Thatsache bekannt, als ich den folgenden Versuch anstellte. Nachdem ich das Gehirn eines lebendigen Frosches entblößt, und seine willkürlichen Bewegungen, durch einen sanften Druck auf das Gehirn, gehemmt hatte; so brachte ich einen langen Streifen gedoppelter Zinnfolie unter einen Theil des Schädels, welchen man nicht entfernt hatte, und legte eine silberne Sonde auf seine Zunge. Die einzigen Muskeln, welche sich zusammenzogen, als die Zinnfolie über die Nase des Frosches gebogen wurde, so daß sie mit der Sonde in Berührung kam, waren diejenigen, welche die Augen und das durchsichtige Häutchen bewegen, welches sie schützt, die Muskeln der Zunge und der Kehle. Als die Zinnfolie in eine dünne Rolle gewunden, und ein wenig unterhalb des Rückgrads gebracht wurde; so zogen sich die

Muskeln der oberen Ende des Thorax zusammen; noch ein wenig tiefer, so verkürzten sich die Muskeln des Rückens und des Bauchs; und wenn sie noch weiter hineingebracht wurde, bis dahin, wo die Hüftnerven das Rückgrad verlassen, so bekamen die hintersten Enden zum erstenmal starke Zuckungen.

Ich habe diesen Versuch sehr häufig wiederholt, und habe jederzeit gefunden, daß, so bald als die willkürlichen Bewegungen in Fröschen aufgehört hatten, das durch die Metalle erregte Zusammenziehen einförmig vom Kopf herabwärts fortging, und genau mit dem Fortrücken der Metalle an dem Rückgrad herunter übereinstimmte. Der Versuch gelingt bisweilen, wenn weder das Gehirn, noch das Rückenmark entblößt worden, und wenn sogar die Haut nicht getrennt war, sondern wenn der Frosch auf eine Zinkplatte, und das eine Ende eines gebogenen Silberdraths auf irgend einen Theil seines Rückgrads gelegt wird, indem das andre Ende die Platte berührt.

5) Da ich erst seit ganz kurzem im Stande gewesen bin, mir einen Elektricitätsträger zu verschaffen; so habe ich bis jetzt nur wenige Versuche damit angestellt; ihr Erfolg ist indessen von der Art, daß er mich noch mehr in der Meynung bestärkt hat, daß die von Galvani entdeckte Flüssigkeit in gar keiner Verwandtschaft mit Elektricität stehet.

Nachdem ich zuerst das Werkzeug von der geringen Menge von Elektricität, welche es durch Abwischen gesammelt hatte, so weit befreyet hatte, daß ein sehr empfindlicher Elektricitätsmesser von leinen Garn, welches von dem hölzernen Theil seines Grifs herab hing, keine mehr anzeigte; so stellte ich es in die Entfernung von einigen Zollen von einem gläsernen Träger, auf welchen ich eine Zinkplatte mit einem frisch getödteten Frosch gelegt hatte, dessen Hüftnerven innerhalb des Bauchs entblößt waren. Ein Stab von Zink machte die Verbindung zwischen dem Frosch und der Metallplatte des Elektricitätsträgers. Ein Zusammenziehen wurde alsdann in dem Frosche hervorgebracht, indem das eine Ende eines gebogenen Silberdraths, welches durch Siegellack isolirt war, auf die Nerven des Frosches, und das andere Ende auf den Zinkstab gebracht wurde.

Nachdem man auf diese Art ein starkes Zusammenziehen ohngefähr eine halbe Minute lang erregt hatte, so entfernte ich sorgfältig den Zinkstab, vermittelst eines Wachsstifts, damit keine Elektricität, welche sich etwa gesammelt haben möchte, entgehen könnte. Die Metallplatte wurde alsdann von der lakirten Oberfläche abgehoben. Der an seinen Griff befestigte Elektricitätsmesser zeigte eine sehr geringe Veränderung; aber ein an die Platte gehaltener feiner Faden, wurde merklich von ihm angezogen.

Ich hatte starke Vermuthung, daß die so gesammelte Elektricität blos durch das Reiben des Froschschenkels gegen die isolirte Zinkplatte, auf welcher er lag, während des Zusammenziehens entstanden seyn möchte; und ich fand bald, daß mein Verdacht gegründet war. Denn ich erhielt eine gleiche Menge von Elektricität aus einem andern Frosch in ähnlicher Lage, als ich ein Zusammenziehen in demselben, durch blos mechanischen Reitz hervorbrachte.

Der Erfolg war der nämliche, wenn diese Frösche nach einander auf die Metallplatte des Elektricitätsträgers selber gelegt, und der eine nach Herrn Galvani's Methode, der andere blos durch mechanischen Reitz zum Zusammenziehen gebracht wurde.

Diese Versuche wurden sehr häufig wiederholt; aber die gesammelte Menge von Elektricität war jederzeit da die größte, wo das Zusammenziehen, oder mit andern Worten, das Reiben am beträchtlichsten gewesen war, und schien in keinem Fall von den Mitteln abzuhängen, welche zu Hervorbringung des Reitzes angewendet wurden.

Ein fernerer Beweiß, daß die auf diese Art gesammelte Elektricität, in Ansehung ihres Entstehens, keinesweges von dem Anlegen der Metalle an den Frosch abhieng, sondern blos der Theil von Elektricität war, welchen der Frosch gemein-

schaft-

schaftlich mit andern leitenden Substanzen, von Natur besitzt, ist der Umstand, daß wenn die Elektricität, welche sich durch sein erstes Zusammenziehen gehäuft hatte, der Platte entzogen wurde, keine weiter gesammelt werden konnte; ohnerachtet das durch die Metalle hervorgebrachte Zusammenziehen noch immer so lebhaft blieb, wie jemals.

6) Wenn der Elektricitätsträger so stark mit Elektricität geladen wurde, so sehr er durch Reibung geladen werden konnte; so entstand in dem Zusammenziehen, welches durch isolirte Metalle in einem zubereiteten Frosch, auf der Metallplatte des Elektricitätsträgers, hervorgebracht wurde, nicht die geringste Veränderung, wenn er von der lackirten Oberfläche abgehoben wurde. Ein Beweiß, daß die besagten Erscheinungen weder durch Verdichtung, noch durch Verdünnung der Elektricität in dem Thiere so wohl, als in den Metallen, durch welche sie zum Vorschein gebracht werden, eine Veränderung leiden.

Ich habe nicht gefunden, daß irgend eine Menge von Elektricität, welche ich in der Metallplatte des Elektricitätsträgers anhäufen konnte, jemals beym Ausladen in den Nerven eines Frosches ein eben so starkes Zusammenziehen hervorgebracht hätte, als durch das Anlegen von Zink und Silber erregt wurde; auch konnte ich niemals eine hinläng-

liche Menge von Elektricität, aus fünf isolirten Fröschen, sammeln, um ein Zusammenziehen in einem einzigen Schenkel eines Frosches hervorzubringen, ohnerachtet er frisch von seinem Körper getrennt, und folglich für sehr schwache Reitzmittel empfänglich war.

Die Gefälligkeit des sehr gelehrten Herrn Robison, Professors der Naturlehre auf dieser Universität, setzt mich in den Stand, den folgenden Aufsatz öffenlich bekannt zu machen, welcher, außer seinen innern Werth, eine neue Befriedigung durch den Beweiß des großen Theilnehmers gewährt, welches ein Mann, dessen Geschicklichkeiten und ausgebreitete Kenntnisse ihn so sehr in den Stand setzen, eine vollkommene Untersuchung darüber zu liefern, an diesen Gegenstand nimmt.

An Herrn Fowler,

Edinburg, d. 28. May 1793.

Mein Herr!

Vor ungefähr vierzehn Tagen sagte mir mein Sohn von einem merkwürdigen Versuch mit einem an die Zunge gebrachten Stück Zink und einem Stück Silber, wodurch ein starker, dem Geschmack ähnlicher Reitz hervorgebracht worden, und daß ein helles Leuchten durch Anlegen des einen Stücks an das Auge sich gezeigt habe. Ich wiederholte ihn

sogleich nach seiner Anweisung; und meine Neugier- de wurde sehr rege, ihn unter abwechselnden Umstände zu verfolgen. Ich merkte, daß diese Versuche durch jene merkwürdigen Entdeckungen veranlaßt waren, welche man vor einiger Zeit in Italien gemacht, und von welchen ich im vorigen Winter Nachricht hatte. Aber ich bin seit den letztern Jahren so sehr aus aller Bekanntschaft mit der Welt geblieben, daß ich keine Gelegenheit hatte, zu erfahren, was vorging.

Auf die Nachricht, daß Sie sich längst mit Versuchen hierüber beschäftigt haben, und damit umgehen, eine Erzählung derselben öffentlich bekannt zu machen, habe ich mir die Freyheit genommen, Ihnen einige Erfahrungen mitzutheilen, welche mir vorgekommen sind, von welchen einige Ihnen vielleicht neu seyn dürften.

1) Ich finde, daß, wenn ein Stück Zink an die Zunge, und in Berührung mit einem Stück Silber gebracht wird, welches irgend einen Theil des Mundes, der Nase, des Ohrs, der Urethra, oder des Anus, berührt, die dem Geschmack ähnliche Empfindung auf der Zunge gefühlt wird. Wenn man den Versuch umkehrt, indem man das Silber an die Zunge bringt; so ist der durch das Zink hervorgebrachte Reitz nicht merklich, außer in dem Mund, und in der Urethra, und auch hier sehr un-

bedeutend. Ich finde den Reitz durch das Zink am stärksten, wenn die Berührung sehr leicht ist, und auf einen engen Raum eingeschränkt wird, und wenn die Berührung des Silbers von großem Umfang ist, als wenn die Zunge in die Holung eines silbernen Löffels gebracht wird.

Wenn das Zink in einer weiten Oberfläche berührt; so ist der durch eine enge Berührung des Silbers hervorgebrachte Reitz sehr merklich, zumal auf der obern Seite der Zunge, und längs ihrem Rand. Der Reitz scheint ein bloßes Stechen zu seyn, ohne einige Aehnlichkeit mit Geschmack, und er hinterläßt einen dauerhaften Eindruck, wie der vom kaustischen Alkali.

2) Wenn das fein polirte Zink an den Augapfel gebracht wird; so scheint die Helle des Leuchtens, mit der Fläche der Berührung des Silbers mit der Zunge, dem Gaumen, dem Schlund oder den Wangen, übereinzukommen. Das nämliche erfolgt, wenn das Silber an das Auge gebracht wird.

3) Wenn ein Stab von Zink, und einer von Silber, an den Gaumen so weit zurück, als möglich, gebracht wird; so ist das Zusammenziehen, welches durch Vereinigung ihrer äußeren Enden entsteht, sehr stark; und das vom Zink gleicht dem Geschmack, auf eben die Art, als wenn es an die Zunge gebracht wird.

4) Ich hatte die Nägel an meinen Zehen mit einer Scheere beschnitten, und ein beträchtliches Stück von der dicken Haut getrennt, so daß in der Mitte der Wunde das Blut durchzusickern anfing. Ich legte das Zink an, und eine ausgebreitete Fläche von Silber an die Zunge. Jedesmal, wenn ich die Metalle in Berührung brachte, fühlte ich einen sehr schmerzhaften Reitz von dem Zink an der Wunde.

5) Ich machte an ein Stück Zink eine scharfe Spitze, welche seitwärts von dem Ende hervorragte. Ich brachte diese Spitze in die Holung eines Zahns, welcher bisweilen ein wenig geschmerzt hatte; und legte das Silber in einer weiten Fläche an die innere Seite des Backens. Als die Metalle in Berührung gebracht wurden; so fühlte ich ein sehr schmerzhaftes und peinliches Jucken in dem Zahn, genau wie das Jucken beym Zahnweh. Ich glaubte ein doppeltes Jucken zu fühlen; und das eine erfolgte früher, als die Metalle in völlige Berührung kamen. Jetzt bin ich fast überzeugt, daß dies der Fall ist; denn, wenn ich das Silber auf einen trockenen Zahn ruhen lasse, ohne die Zunge, oder den Gaumen zu berühren, so fühle ich kein Jucken, wenn die äußern Enden der Metalle zusammengebracht werden; zum Beweiß, daß hier keine gehörige Gemeinschaft durch einen trocknen Zahn Statt findet.

Wenn ich unterdessen, daß die äußern Enden in Berührung bleiben, das Silber mit der Zungenspitze berühre; so läßt sich immer noch kein Jucken in dem Zahn fühlen. Wenn ich jetzt die äußern Enden der Metalle trenne, und die Zunge an dem Silber lasse; so fühle ich ein leichtes Jucken in dem Augenblick der Trennung, und ein doppelt starkes Jucken, wenn sie wieder in Berührung gebracht werden. Dieses Jucken wird verhindert, wenn man die Zunge oder Lippe irgend einen Theil des Zinks berühren läßt.

6) Ich hatte eine Anzahl von Zinkstücken von der Größe eines Schillings gemacht, und sie in eine Rolle mit eben so vielen Schillingen gebracht. Ich finde, daß diese Abwechselung, in einigen Umständen, den Reitz beträchtlich vermehrt, und hoffe, aus irgend einem solchen Grunde, eine noch größere Verstärkung hervorzubringen. Wenn die Seite der Rolle an die Zunge gebracht wird, so daß alle Stücke von ihr berührt werden; so ist der Reitz sehr stark und unangenehm. Dies erklärt den starken Geschmack gelöteter Ränder von Metall, welchen ich oft bemerkt habe. Ich kann jetzt gelötete Ränder in messingenen und kupfernen Gefäßen mit der Zunge wahrnehmen, welche das Auge nicht entdecken kann, und kann die schlechten Mischungen, welche in goldenen und silbernen Spielsachen so häufig sind, unterscheiden.

Wenn einige der obigen Erfahrungen den Vorrath von Kenntnissen vermehren kann, welche Sie hierüber sich erworben haben, so wird es mir eine große Befriedigung gewähren, und ich werde nicht unterlassen, Ihnen alles mitzutheilen, was in der Folge vorkommen dürfte.

Meine Kränklichkeit hindert mich, thätigen Theil an den Untersuchungen zu nehmen, zu welchen diese wundervolle und wichtige Entdeckung antreibt; aber es ist meine Pflicht so wohl, als mein ernstlicher Wunsch, jedem, der sich mit diesem wichtigen Geschäfte abgiebt, meinen schwachen Beystand zu leisten.

Ich finde, daß gemeiner Silberdrath einen sehr guten Leiter abgibt, und zwar für jede Entfernung.

Seitdem ich das Obige geschrieben habe, habe ich einen sehr leichten Weg gefunden, sehr merkliche Zuckungen (in den Muskeln, glaube ich) hervorzubringen, und meine Meynung zu bestätigen, daß die Gemeinschaft (dieses Theils der ganzen Wirkung) vor der Berührung Statt findet.

Man lege eine Zinkplatte in den einen Backen, und eine Silberplatte, (ein Kronenstück) in den andern, in geringer Entfernung von einander. Man bringe die Backen in der möglichst größten Fläche an dieselben. Man stoße einen Zinkstab zwischen das Zink und den einen Backen, und einen

Silberstab zwischen das Silber und den andern Backen. Man bringe ihre äußeren Enden leise in Berührung; und man wird ein schmerzhaftes krampfartiges Jucken in den mittleren Theilen des Zahnfleisches fühlen, welches von einem hellen Leuchten in den Augen begleitet ist. Und dieses wird man deutlich vor der Berührung wahrnehmen, und ein zweytesmal bey Trennung der Enden der Stäbe, oder wenn sie die berührende Entfernung haben. Werden die Stäbe verwechselt, so läßt sich gar keine Wirkung hervorbringen.

Sorgfalt muß man anwenden, daß die Stücke nicht hart an das Zahnfleisch gedruckt werden; dies hindert uns, entweder das Zucken wahrzunehmen, oder vernichtet es gänzlich. Auch finde ich, daß ein einziger Stab, von Zink oder Silber, zu der Gemeinschaft hinlänglich ist; und selbst das Zusammenbringen der beyden Stücke, wird eben so gut, oder vielleicht noch besser seyn.

Verzeihen Sie die Freyheit, welche ich mir genommen habe, ohne die Ehre zu haben, mit Ihnen bekannt zu seyn. Ich bin ꝛc.

John Robison.

Bayerische Staatsbibliothek München

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Monro, Alexander / Monro, Alexander, / Fowler, Richard,

Alexander Monro's und Richard Fowler's Abhandlung über thierische Elektricität und ihren Einfluß auf das Nervensystem

Leipzig 1796

Anat. 298 u
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10369053-8
VD18 11203862